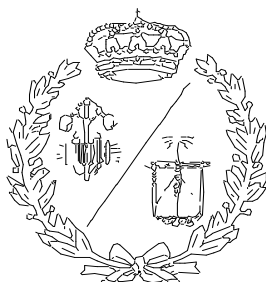


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Grado

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL DEDICADA A CARPINTERÍA
METÁLICA**

**(Electrical Installation of an Industrial Building
for Metallic Carpentry)**

Para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Autor: Pablo Liaño Fernández

Junio - 2019

0. ÍNDICE

APARTADO	PÁG.
1. MEMORIA	13
1.1 Objetivo del proyecto	14
1.2 Técnico	14
1.3 Situación	14
1.4 Empresa suministradora	16
1.5 Normativa	16
1.6 Actividad a que se destina la nave	16
1.7 Descripción general de la nave	17
1.8 Receptores de la instalación	19
1.8.1 Introducción	19
1.8.2 Receptores de alumbrado	20
1.8.3 Tomas de corriente	20
1.8.4 Maquinaria del taller	21
1.9 Previsión de cargas y potencia a contratar	22
1.10 Conductores eléctricos y canalizaciones	24
1.10.1 Introducción	24
1.10.2 Composición de un cable eléctrico	24
1.10.3 Tipos de cables y conductores eléctricos	26
1.10.4 Criterios de selección de los conductores	28
1.10.5 Instalación de los conductores y canalizaciones	29
1.10.6 Conductores y canalizaciones elegidos	31
1.10.6.1 Conductores elegidos para la instalación	31
1.10.6.2 Canalizaciones elegidas para la instalación	31
1.11 Descripción de las instalaciones de enlace	32
1.11.1 Introducción	32
1.11.2 Acometida	32
1.11.3 Centro de transformación	33
1.11.3.1 Introducción	33
1.11.3.2 Tipos de centros de transformación	33
1.11.3.3 Estructura de un centro de transformación	35
1.11.3.4 Obra civil y emplazamiento del centro de transformación elegido	36
1.11.3.5 Características genéricas del centro de transformación elegido	39
1.11.3.6 Programa de necesidades y características del transformador elegido	40
1.11.3.7 Características de las celdas de alta tensión elegidas	42
1.11.3.8 Características del cuadro de baja tensión elegido	47
1.11.3.9 Características de las conexiones de AT y BT	48

1.11.3.10 Descripción de la unidad de protección general	49
1.11.3.11 Descripción del equipo de medida de energía eléctrica	51
1.11.3.12 Descripción de las instalaciones de puesta a tierra del CT	51
1.11.3.13 Descripción de las instalaciones secundarias del CT	53
1.11.4 Derivación individual	54
1.12. Descripción de las instalaciones interiores	54
1.12.1 Introducción	54
1.12.2 Cuadro general de distribución (CGD)	55
1.12.3 Cuadros secundarios (CS)	55
1.12.4 Líneas de alimentación secundarias (LAS)	55
1.12.5 Circuitos interiores	56
1.13. Iluminación	56
1.13.1 Introducción	56
1.13.2 Tipos de iluminación	57
1.13.3 Definición y clasificación de las luminarias	57
1.13.3.1 Clasificación según la emisión del flujo luminoso	59
1.13.3.2 Clasificación según la apertura del haz luminoso	60
1.13.3.3 Clasificación según la tecnología de la luminaria	60
1.13.4 Tecnología de las luminarias usadas en el proyecto	63
1.13.5 Conceptos luminotécnicos importantes	65
1.13.6 Iluminación interior	66
1.13.6.1 Introducción	66
1.13.6.2 Características de las luminarias elegidas para el interior de la nave y el CT	68
1.13.6.3 Resumen de las soluciones adoptadas	73
1.13.7 Iluminación exterior	74
1.13.7.1 Introducción	74
1.13.7.2 Características de las luminarias elegidas para el exterior de la nave	74
1.13.7.3 Resumen de las soluciones adoptadas	76
1.13.8 Iluminación de emergencia	77
1.13.8.1 Introducción	77
1.13.8.2 Características de las luminarias de emergencia elegidas	80
1.13.8.3 Resumen de las soluciones adoptadas	81
1.14 Protecciones para baja tensión	82
1.14.1 Introducción	82
1.14.2 Protección contra sobreintensidades	82
1.14.3 Protección contra sobretensiones	83

1.14.4 Protección contra contactos directos e indirectos	86
1.14.5 Tipos de dispositivos de protección	89
1.14.6 Características de los interruptores magnetotérmicos y criterios de selección	91
1.14.7 Características de los dispositivos diferenciales y criterios de selección	95
1.14.8 Selectividad de los dispositivos de protección	98
1.14.9 Soluciones adoptadas en cuanto a dispositivos de protección	100
1.15 Instalación de puesta a tierra	105
1.15.1 Introducción	105
1.15.2 Características y partes de una instalación de puesta a tierra	105
1.15.3 Esquemas de distribución	108
1.15.4 Descripción de la instalación de puesta a tierra de la nave	109
1.16 Compensación de la energía reactiva	111
1.16.1 Introducción	111
1.16.2 Métodos de mejora del factor de potencia	112
1.16.2.1 Mejora del factor de potencia mediante el uso de condensadores	112
1.16.3 Equipo de compensación de energía reactiva elegido	114
2. CÁLCULOS	116
2.1 Cálculos luminotécnicos	117
2.1.1 Introducción	117
2.1.2 Cálculo luminotécnico del interior de la nave y del CT	117
2.1.3 Cálculo luminotécnico del exterior de la nave	121
2.1.4 Cálculo del alumbrado de emergencia	123
2.2 Cálculo de las intensidades de línea y distribución de los cuadros eléctricos	126
2.3 Dimensionado de los conductores y canalizaciones	132
2.3.1 Introducción	132
2.3.2 Dimensionado de los conductores de las líneas	134
2.3.3 Dimensionado de las canalizaciones y tubos de las líneas	143
2.4 Cálculo de las intensidades de cortocircuito y las protecciones de la instalación	147
2.4.1 Cálculo de las intensidades de cortocircuito	147
2.4.2 Selección de los dispositivos de protección	153
2.5 Cálculo de la instalación de puesta a tierra	153
2.5.1 Cálculo de la resistencia máxima de tierra	153
2.5.2 Cálculo del electrodo y de los conductores de tierra	154
2.6 Cálculo del equipo de compensación de energía reactiva	156
2.6.1 Cálculo de la potencia reactiva y la capacidad de la batería de condensadores	156

2.6.2 Dimensionado de los conductores que alimentan la batería de condensadores	158
2.6.3 Cálculo de las protecciones de la batería de condensadores	159
2.7 Cálculo del centro de transformación	160
2.7.1 Cálculo de la potencia del transformador	160
2.7.2 Cálculo de la intensidad en el lado de AT	161
2.7.3 Cálculo de la intensidad en el lado de BT	161
2.7.4 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el lado de AT	162
2.7.5 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el lado de BT	162
2.7.6 Dimensionado de las conexiones	163
2.7.6.1 Dimensionado de las conexiones de AT	163
2.7.6.2 Dimensionado de las conexiones de BT	163
2.7.6.3 Comprobación del embarrado de las celdas	164
2.7.7 Cálculo de las protecciones en AT y BT	165
2.7.7.1 Protecciones en AT	165
2.7.7.2 Protecciones en BT	165
2.7.8 Dimensionado de la ventilación	165
2.7.9 Dimensionado del pozo apagafuegos	166
2.7.10 Cálculo de la instalación de puesta a tierra	166
2.7.10.1 Características del suelo y datos de partida	166
2.7.10.2 Diseño preliminar de la instalaciones de tierra	167
2.7.10.3 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra y de la corriente máxima de defecto	170
2.7.10.4 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso al CT	171
2.7.10.5 Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de las instalaciones	172
2.7.10.6 Comprobación de que las tensiones de paso y contacto se encuentran dentro de los valores máximos admisibles	172
2.7.10.7 Investigación de las posibles tensiones transferibles al exterior	173
2.7.10.8 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo	174
2.7.11 Dimensionado de las instalaciones secundarias del CT	174
3. ANEXOS	178
3.1 Anexo 1: Cálculo luminotécnico interior y exterior con el programa DIALux 4.13	179
3.1.1 Introducción	179
3.1.2 Luminarias utilizadas para el interior de la nave	180
3.1.3 Resultados obtenidos del estudio luminotécnico interior	186
3.1.3.1 Aseo de hombres planta 1	186

3.1.3.2 Aseo de mujeres planta 1	188
3.1.3.3 Archivo	190
3.1.3.4 Hall planta 1	192
3.1.3.5 Oficinas	184
3.1.3.6 Sala de reuniones	196
3.1.3.7 Taller	198
3.1.3.8 Hall planta baja	201
3.1.3.9 Recepción	203
3.1.3.10 Sala CGD	205
3.1.3.11 Pasillo	207
3.1.3.12 Aseo de hombres planta baja	209
3.1.3.13 Aseo de mujeres planta baja	211
3.1.3.14 Vestuario de hombres	213
3.1.3.15 Vestuario de mujeres	215
3.1.3.16 Almacén	217
3.1.3.17 Centro de Transformación	219
3.1.4 Luminarias utilizadas para el exterior de la nave	221
3.1.5 Resultados obtenidos del estudio luminotécnico exterior	222
3.2 Anexo 2: Cálculo del alumbrado de emergencia con el programa Emerlight 4.0	240
3.2.1 Introducción	240
3.2.2 Luminarias de emergencia utilizadas	240
3.2.3 Resultados obtenidos del estudio del alumbrado de emergencia	241
3.2.3.1 Aseo de hombres planta 1	241
3.2.3.2 Aseo de mujeres planta 1	243
3.2.3.3 Archivo	244
3.2.3.4 Hall planta 1	246
3.2.3.5 Oficinas	247
3.2.3.6 Sala de reuniones	249
3.2.3.7 Taller	250
3.2.3.8 Hall planta baja	252
3.2.3.9 Recepción	254
3.2.3.10 Sala CGD	255
3.2.3.11 Pasillo	257
3.2.3.12 Aseo de hombres planta baja	258
3.2.3.13 Aseo de mujeres planta baja	260
3.2.3.14 Vestuario de hombres	261
3.2.3.15 Vestuario de mujeres	263

3.2.3.16 Almacén	264
3.2.3.17 Centro de Transformación	266
3.3 Anexo 3: Estudio de selectividad de los dispositivos de protección con el programa Ecodial Advance Calculation 4.8	268
3.3.1 Introducción	268
3.3.2 Descripción del programa y metodología del estudio	268
3.3.3 Resultados obtenidos para los magnetotérmicos	276
3.3.4 Resultados obtenidos para los diferenciales	317
4. PLANOS	344
4.1 Listado de planos	345
5. PLIEGO DE CONDICIONES	346
5.1 Pliego de condiciones generales	347
5.1.1 Objeto y campo de aplicación	347
5.1.2 Disposiciones generales	347
5.1.2.1 Condiciones facultativas	347
5.1.2.2 Condiciones administrativas	349
5.1.2.3 Seguridad en el trabajo	350
5.1.2.4 Seguridad en el ámbito público	350
5.1.3 Organización y planificación del trabajo	351
5.1.3.1 Orden de los trabajos	351
5.1.3.2 Requisitos previos	351
5.1.3.3 Organización de las obras	352
5.1.3.4 Replanteo de las obras	352
5.1.4 Ejecución del trabajo	353
5.1.4.1 Generalidades	353
5.1.4.2 Mejoras y variaciones del proyecto	353
5.1.4.3 Subcontratación de los trabajos	353
5.1.4.4 Cooperación entre contratistas	354
5.1.4.5 Recepción y acopio de los materiales	354
5.1.4.6 Protección de los equipos y materiales	355
5.1.4.7 Limpieza de las obras	355
5.1.4.8 Protección de zonas peligrosas	355
5.1.4.9 Obras de albañilería y andamiajes	355
5.1.4.10 Accesos y espacios de trabajo	356
5.1.4.11 Ruidos y vibraciones	356
5.1.4.12 Consumo de agua y energías	356
5.1.4.13 Canalizaciones	357

5.1.4.14 Líneas eléctricas y cuadros de distribución	357
5.1.4.15 Centro de transformación	358
5.1.4.16 Identificaciones y señalizaciones	359
5.1.5 Recepción y pruebas	359
5.1.5.1 Generalidades	359
5.1.5.2 Pruebas parciales	359
5.1.5.3 Pruebas finales	359
5.1.5.4 Recepción provisional	360
5.1.5.5 Conservación de la obra	360
5.1.5.6 Recepción definitiva	361
5.1.6 Control de calidad	361
5.1.6.1 Alcance	361
5.1.6.2 Control de los equipos y materiales	361
5.1.6.3 Control de ejecución	362
5.1.6.4 Control de las pruebas	362
5.1.7 Disposiciones económicas y mediciones	362
5.1.7.1 Composición de los precios unitarios	362
5.1.7.2 Precio de Contrata	363
5.1.7.3 Precios contradictorios	363
5.1.7.4 Reclamaciones y revisiones de los precios contratados	364
5.1.7.5 Acopio de materiales	364
5.1.7.6 Bajo rendimiento de los trabajadores	364
5.1.7.7 Mejora de obras libremente ejecutadas	365
5.1.7.8 Abono de trabajos presupuestados con partida al alza	365
5.1.7.9 Pagos y demoras	366
5.1.7.10 Indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras	366
5.1.7.11 Unidades de obra defectuosas pero aceptables	366
5.1.8 Legislación	366
5.1.8.1 Jurisdicción	366
5.1.8.2 Accidentes de trabajo y daños a terceros	367
5.1.8.3 Seguro de las obras	367
5.1.8.4 Pago de tasas e impuestos	368
5.1.8.5 Ampliaciones y prórrogas	368
5.1.8.6 Rescisión del contrato	369
5.2 Pliego de condiciones particulares	370
5.2.1 Generalidades	370

5.2.2 Centro de transformación	370
5.2.2.1 Obra civil	370
5.2.2.2 Celdas de alta tensión	371
5.2.2.3 Transformador de potencia	372
5.2.2.4 Cuadro de baja tensión	373
5.2.2.5 Conexiones	373
5.2.2.6 Medida de energía y protección	373
5.2.2.7 Puestas a tierras del CT	374
5.2.2.8 Instalaciones secundarias	375
5.2.2.9 Reconocimientos, pruebas y ensayos	376
5.2.2.10 Condiciones de seguridad en la puesta en servicio	377
5.2.3 Red subterránea para distribución en baja tensión	378
5.2.3.1 Características de los cables	378
5.2.3.2 Instalación de los cables	378
5.2.4 Instalaciones interiores	380
5.2.4.1 Caídas de tensión e intensidades máximas admisibles	380
5.2.4.2 Identificación de los conductores	381
5.2.4.3 Conductores de protección	381
5.2.4.4 Conexiones	382
5.2.4.5 Sistemas de instalación	383
5.2.4.6 Tubos protectores	386
5.2.4.7 Cuadros de distribución	388
5.2.4.8 Otras disposiciones	389
5.2.5 Puesta a tierra	390
5.2.5.1 Uniones a tierra	390
5.2.5.2 Conductores de equipotencialidad	391
5.2.5.3 Resistencia de las tomas de tierra	391
5.2.5.4 Separación entre tomas de tierra y revisiones	392
5.2.6 Protecciones	393
5.2.7 Receptores	394
5.2.7.1 Motores	394
5.2.7.2 Alumbrado de interior y exterior	394
5.2.7.3 Alumbrado de emergencia	395
5.2.7.4 Tomas de corriente	397
5.2.8 Compensación del factor de potencia	397
5.2.9 Inspecciones, documentación y puesta en servicio de las instalaciones	398
5.2.9.1 Documentación de las instalaciones	398

5.2.9.2 Ejecución y tramitación de las instalaciones	398
5.2.9.3 Puesta en servicio de las instalaciones	399
5.2.9.4 Inspecciones	400
6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	402
6.1 Introducción	403
6.1.1 Autor del estudio básico de seguridad y salud	403
6.1.2 Identificación de la obra	403
6.1.3 Datos del solar	403
6.1.4 Servicios higiénicos	403
6.1.5 Asistencia sanitaria	403
6.1.6 Teléfonos y direcciones de interés	404
6.2 Objeto y justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud	404
6.3 Normativa sobre seguridad y salud	405
6.3.1 Normativa general	406
6.3.2 Normativa sobre Equipos de Protección Individual (EPIs)	408
6.3.3 Normativa sobre instalaciones, equipos de obra y medios auxiliares	409
6.4 Principios básicos de la acción preventiva	409
6.5 Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras	410
6.6 Datos generales	410
6.6.1 Tipo de trabajo	410
6.6.2 Actividades principales	410
6.6.3 Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra	411
6.7 Análisis de riesgos y medidas preventivas	411
6.7.1 Riesgos generales	411
6.7.2 Protecciones colectivas	412
6.7.2.1 Disposiciones mínimas generales	412
6.7.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a las instalaciones eléctricas provisionales en obras	413
6.7.2.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a las máquinas-herramienta	414
6.7.3 Señalizaciones	415
6.7.4 Riesgos y medidas específicas	416
6.7.4.1 Transporte de material	417
6.7.4.2 Acopio, carga, descarga y almacenamiento de material	417
6.7.4.3 Trabajos en instalaciones eléctricas	418
6.7.4.4 Uso de maquinaria y medios auxiliares	420

6.7.5 Riesgos laborales ajenos a la ejecución de la obra	421
6.8 Equipos de protección individual	422
6.8.1 Listado indicativo de EPIs	423
6.8.1.1 Protectores de cabeza, oídos y ojos	424
6.8.1.2 Protectores de manos y brazos	424
6.8.1.3 Protectores de pies y piernas	424
6.8.1.4 Protectores del cuerpo	424
6.9 Ropa de trabajo	425
6.10 Formación	425
6.11 Medicina preventiva y primeros auxilios	426
6.11.1 Uso del botiquín	426
6.11.2 Asistencia a los accidentados	426
6.11.3 Reconocimiento médico	427
6.12 Higiene y bienestar	427
6.13 Obligaciones	428
6.13.1 Obligaciones del Promotor y del Coordinador en materia de Seguridad y Salud	428
6.13.2 Obligaciones de los contratistas y subcontratistas	428
6.13.3 Obligaciones de los trabajadores autónomos	430
6.14 Derechos de los trabajadores	430
6.14.1 Información a los trabajadores	430
6.14.2 Consulta y participación de los trabajadores	431
6.15 Incidencias	431
6.15.1 Libro de incidencias	431
6.15.2 Paralización de los trabajos	432
7. PRESUPUESTO	433
7.1 Introducción	434
7.2 Presupuesto de Ejecución Material	434
7.3 Presupuesto de Ejecución por Contrata	460
7.4 Presupuesto Total	461
8. BIBLIOGRAFÍA	462
8.1 Normativa	463
8.1.1 Normativa sobre receptores	463
8.1.2 Normativa sobre conductores y canalizaciones	463
8.1.3 Normativa sobre centros de transformación	464
8.1.4 Normativa sobre instalaciones interiores	466
8.1.5 Normativa sobre iluminación	467

8.1.6 Normativa sobre protecciones en baja tensión	468
8.1.7 Normativa sobre instalaciones de puesta a tierra	468
8.1.8 Normativa sobre compensación de energía reactiva	469
8.1.9 Otra normativa	469
8.2 Libros y catálogos	470
8.3 Páginas Web	470
8.4 Software informático	471

1. MEMORIA

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del presente proyecto es la definición tanto a nivel técnico como dimensional de una instalación eléctrica de baja tensión para una nave industrial con aparcamiento exterior, en la cual se incluye, además de todos los circuitos de fuerza y alumbrado con sus correspondientes protecciones y puestas a tierra, un centro de transformación dentro de la parcela para rebajar la tensión hasta niveles de uso.

Para su redacción se han tenido en consideración todas las normativas vigentes que regulan este tipo de instalaciones, destacando las normas UNE (Una Norma Española) y las ITC (Instrucciones Técnicas Complementarias) dentro del marco del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).

El suministro de energía eléctrica para la instalación será en baja tensión, a una frecuencia de 50 Hz y unos niveles de tensión de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

1.2 TÉCNICO

El presente proyecto ha sido elaborado por Pablo Liaño Fernández, alumno de la Universidad de Cantabria, para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Eléctrica.

1.3 SITUACIÓN

La nave industrial citada se encuentra en el Polígono Industrial de Barros, en el ayuntamiento de Los Corrales de Buelna (Cantabria), con dirección catastral Barrio de Barros nº 9 Suelo, 39408 (Cantabria).

Su situación frente a los principales núcleos urbanos es de 37 km a Santander, 10 km a Torrelavega, 121 km a Bilbao o 135 km a Burgos.

El principal acceso a ella se hace a través de la Autovía Cantabria – Meseta (A-67), tanto dirección Torrelavega como dirección Reinosa, y la salida 172 por la nacional N-611, como se puede apreciar en la imagen 1.1. Otros accesos secundarios son por la N-611 directamente desde Los Corrales de Buelna o por la CA-170 y nacional N-623 desde Puente Viesgo.



Imagen 1.1. Situación de la parcela (Fuente: Google Maps).



Imagen 1.2. Delimitación de la parcela (Fuente: Google Maps).

1.4 EMPRESA SUMINISTRADORA

La empresa energética encargada de suministrar la energía eléctrica a la instalación será Viesgo Distribución Eléctrica S.L. (desde ahora VIESGO), con un valor en media tensión de 12 kV a 50 Hz. Es por ello necesaria la instalación de un centro de transformación reductor para poder trabajar en baja tensión y que soporte las cargas de la nave.

1.5 NORMATIVA

Para la elaboración del presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa, cuyo desglose por apartados se muestra en el documento de la bibliografía:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, Artículos y Anexos correspondientes.
- Guía Técnica de aplicación del REBT, incluyendo los Anexos 1 al 4 de dicha Guía.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión (RAT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Código Técnico de la Edificación y sus correspondientes Documentos Básicos.
- Normas UNE, IEC, ISO, etc., de carácter tanto particular como general que dispongan condiciones para los equipos, componentes y aparatos que constituyen la presente instalación, así como las prescripciones correspondientes en cuanto a seguridad y salud de la misma.
- Normativa derivada del marco de la Ley 31/1995, de 8 de diciembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con sus Reales Decretos, ordenanzas y normas correspondientes.
- Normativas municipales, regionales, nacionales y europeas que de algún modo afecten o tengan en cuenta lo dispuesto para el cálculo de este tipo de instalaciones eléctricas, ya sean Reales Decretos, ordenanzas, leyes, etc.
- Normativa particular de la Compañía Suministradora de energía, en este caso VIESGO.

1.6 ACTIVIDAD A QUE SE DESTINA LA NAVE

La empresa que desarrolla la actividad profesional dentro de la nave se dedica a la carpintería metálica. Su trabajo es la elaboración de ventanas, puertas y cerramientos a partir de láminas de aluminio. Para ello las cortan, troquelan, conforman y ensamblan hasta obtener el producto final y distribuirlo convenientemente.



Imagen 1.3. Trabajos en carpintería de aluminio (Fuente: www.hermeticline.es).

1.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NAVE

La nave citada consta de dos plantas y se encuentra dentro de una parcela de 2333 m², ocupando una superficie construida de 850,6 m² y 975,45 m² útiles, y de medidas 42,53 metros de largo por 20 de ancho.

Está orientada con su cara frontal hacia el este, posterior hacia el oeste y laterales izquierdo y derecho hacia el sur y norte respectivamente. Hacia la frontal da el aparcamiento, el cual está formado por diez plazas para turismos, furgonetas y vehículos similares (4,75 x 2,65 m), tres plazas para vehículos pequeños como motocicletas (2,3 x 1,5 m) y una adicional para minusválidos (5,3 x 3,8 m). Hacia el lateral izquierdo de la nave da el centro de transformación, de medidas 6,08 x 2,38 m.

La parcela cuenta con tres accesos desde el exterior, de los cuales uno es peatonal y está en la parte sur, y los otros dos son uno para los camiones que accedan a la nave (5 m de ancho) y otro para los vehículos que vayan a aparcar en las plazas citadas anteriormente (3,25 m de ancho). Los accesos al interior de la nave se hacen desde la puerta sur (acceso secundario al hall de la planta baja) o puerta este (acceso principal a recepción). Además, el taller cuenta con una puerta seccional enrollable para la entrada de camiones de dimensiones 4,4 metros de ancho por 4,2 de alto.

En la planta baja de la nave se encuentra el taller de producción, donde se elabora el producto, además de un almacén donde se guardan tanto el material a conformar como el

producto final terminado. También se halla la recepción para clientes y distribuidores, una sala donde se aloja el CGD (Cuadro General de Distribución) y los aseos y vestuarios para que el personal pueda cambiarse de ropa y asearse.

La planta superior (planta 1) está destinada a albergar las oficinas, la sala de reuniones, dos aseos y el archivo donde se encuentran todos los documentos.

La altura máxima que alcanza el edificio desde el nivel del suelo es de 8 metros. La planta baja tendrá una altura general de 4 metros salvo el pasillo que estará a 6,5 metros, los aseos que estarán a 3 y el taller que será de doble altura a 4 y 6,5 metros. En cuanto a la planta 1 toda ella tendrá una altura máxima de 3 metros.

A continuación se detallan en las tablas siguientes las distribuciones de superficies tanto dentro como fuera de la nave:

SUPERICIES EXTERIORES	m ²
Parcela	2333
Centro de Transformación	14,47

Tabla 1.1. Distribución de las superficies exteriores.

SUPERFICIE ÚTIL DE LA NAVE		
Sala		m ²
PLANTA BAJA	Taller	585,10
	Hall Planta Baja	30,41
	Recepción	28,60
	Sala CGD	16,10
	Pasillo	32,00
	Aseo hombres	5,52
	Aseo mujeres	5,52
	Vestuario hombres	21,41
	Vestuario mujeres	21,41
	Almacén	67,57
	TOTAL PLANTA BAJA	813,64
PLANTA 1	Hall Planta 1	42,44
	Aseo hombres	5,52
	Aseo mujeres	5,52
	Archivo	14,24
	Oficinas	56,72
	Sala de reuniones	37,37
	TOTAL PLANTA 1	161,81
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL		975,45

Tabla 1.2. Distribución de la superficie interior útil de la nave.

1.8 RECEPTORES DE LA INSTALACIÓN

1.8.1 Introducción

Cuando se va a diseñar una instalación eléctrica es muy importante conocer los tipos de receptores que van a estar presentes en ella, puesto que estos van a ser los consumidores de la energía eléctrica, salvo por las pérdidas que puedan llevarse a cabo principalmente durante el transporte.

De acuerdo a la ITC-BT 43 del REBT sobre prescripciones generales de los receptores, estos se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.) teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y las condiciones de ventilación

necesarias para que en funcionamiento no pueda producirse ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para los objetos próximos, y soportarán la influencia de los agentes externos a que estén sometidos en servicio. Esta instrucción, además, aclara que los circuitos que formen parte de los receptores deberán estar protegidos contra sobrecorrientes de acuerdo a la normativa vigente.

En la instalación de la nave se dispone de tres tipos de receptores a considerar: los receptores para alumbrado, las tomas de corriente y los motores de todas las máquinas del taller.

1.8.2 Receptores de alumbrado

A lo largo de toda la nave y el recinto exterior se ha decidido instalar un conjunto de luminarias necesarias para ejercer la actividad profesional a que está destinada. Se deben cubrir unas necesidades de iluminación de acuerdo a las normas vigentes y confort visual y, por ello, se ha decidido que la tipología de iluminación que mejor se adapta a estas necesidades es la led. Esta tecnología es altamente eficiente y ecológica, por lo que resulta idónea para este tipo de instalaciones.

Distinguiendo entre la iluminación de interior, exterior y de emergencia se ha seleccionado un total de 234 luminarias que consumen una potencia total de 7784,4 W. En el apartado 1.13 se pueden ver las tablas resumen de todas las luminarias seleccionadas para el proyecto.

1.8.3 Tomas de corriente

A lo largo de todo el edificio se han instalado una serie de tomas de corriente para satisfacer las necesidades de consumo tanto a nivel de producción como a nivel de usuario habitual en oficinas, baños y demás zonas. En base al consumo previsto y a las normas UNE-EN Serie 20315 y UNE-EN Serie 60309, se han seleccionado y distribuido las tomas para todas las salas de la nave y el centro de transformación, con un coeficiente de utilización la unidad ya que se han tenido en cuenta los consumos previstos para cada una en su diseño. En total se han instalado 51 tomas, de las cuales 5 son trifásicas y el resto monofásicas, con una potencia consumida total de 24,5 kW para las situadas en la nave y 1,75 kW para las del centro de transformación.

Tenemos dos tipos de tomas de corriente en la instalación:

- Toma monofásica de 16 A a 230 V con toma de tierra (P+N+T).
- Toma trifásica de 16 A a 400 V con toma de tierra (3P+N+T).

En los baños y vestuarios de ambas plantas las tomas irán colocadas con su parte inferior a 1,2 metros del suelo, y en el resto de zonas de la nave a 0,45 metros. La toma monofásica para alimentar al motor de la puerta enrollable irá instalada sobre el techo del taller. La

distribución de todas ellas viene reflejada en el plano 7 del correspondiente documento, y en la tabla 1.3 se puede apreciar la distribución numérica:

Sala	Tomas monofásicas	Tomas trifásicas
Hall Planta Baja	2	0
Recepción	3	0
Sala CGD	2	0
Pasillo	2	0
Aseo Hombres Planta Baja	1	0
Aseo Mujeres Planta Baja	1	0
Vestuario Hombres	2	0
Vestuario Mujeres	2	0
Almacén	3	1
Taller	9	4
Aseo Hombres Planta 1	1	0
Aseo Mujeres Planta 1	1	0
Archivo	2	0
Hall Planta 1	2	0
Oficinas	7	0
Sala Reuniones	4	0
Centro de Transformación	2	0
TOTAL	46	5

Tabla 1.3. Distribución de las tomas de corriente de la instalación.

1.8.4 Maquinaria del taller

Para ejercer la actividad productiva a que se destina la nave es necesario tener una serie de máquinas instaladas en el taller. A la hora de diseñar una instalación eléctrica que les

abastezca, es fundamental conocer la potencia nominal cada uno de los motores de dichas máquinas, ya que constituirán el mayor porcentaje de consumición de todo el conjunto.

En total tenemos 14 máquinas en el taller, todas con motores trifásicos salvo la puerta enrollable, cuyos coeficientes de utilización están incluidos en sus previsiones de consumo, el cual asciende a 214,78 kW de potencia, y cuya disposición se puede apreciar en el plano 3 del documento relativo a planos del presente proyecto.

MÁQUINA	MARCA Y MODELO	REFERENCIA	UDS.	POT. NOM. (KW)
Puerta taller enrollable	ROPER Dintel Seccional Estándar	MA1	1	0,37
Torno vertical/taladro	TV 2300 20	MA2	1	30
Cizalla guillotina	Jordi CH-320	MA3	1	35
Tronzadora automática	MG TL-800-A	MA4	1	7,46
Fresadora 3 ejes	SBC HMU 4121	MA5	1	16
Máquina escuadradora	Griggio Quadra 400	MA6	1	5,5
Fresadora copiadora	Yilmaz CRM 301 S	MA7	1	2,2
Prensa electrohidráulica	SMC M 30-17	MA8	1	3
Limadora de disco	Emmegi Rotolima	MA9	1	0,75
Centro de mecanizado	Doosan VC 630/5AX	MA10	1	30
Máquina retestadora	Elumatec AF 222/02	MA11	1	2,5
Aspiradora	Delfin DG VL 150 SE Z22	MA12/MA13	2	60
Compresor	Kaeser ASK 35	MA14	1	22
				214,78

Tabla 1.4. Maquinaria del taller.

1.9 PREVISIÓN DE CARGAS Y POTENCIA A CONTRATAR

Según la ITC-BT 10 del REBT, la previsión de cargas para un edificio destinado a concentración de industrias como es este caso, se calculará considerando un mínimo de 125

W/m² y planta. Como la superficie útil total del edificio son 975,45 m², la potencia resultante prevista sería de 121,93 kW, la mínima exigida por el REBT.

En el caso de esta nave industrial, conocemos los valores de las potencias consumidas a partir del cálculo luminotécnico, la previsión de consumo de las tomas de corriente y de la maquinaria ya instalada en el taller, por lo que podemos conocer con mayor exactitud el consumo total previsto para la instalación.

En la tabla siguiente se especifica dicho consumo entre los cuatro cuadros secundarios que soportan la instalación más el equipo de compensación de potencia reactiva, en la cual se ha tenido en cuenta también los factores de dimensionado para las líneas de los motores según lo establecido en la ITC-BT 47 del REBT y que ayudan a establecer un margen de seguridad en la instalación:

CUADRO	AGRUPA	POT. CONSUMIDA (W)
Cuadro Secundario 1	Maquinaria M2 a M4	90575
Cuadro Secundario 2	Maquinaria M5 a M10	71812,5
Cuadro Secundario 3	Maquinaria M11 a M14	105625
Cuadro Secundario 4	MA1, alumbrado y tomas de corriente	32203,4
Equipo de compensación de potencia reactiva	Batería de condensadores para corrección del $\cos \varphi$	-
CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION	CUADROS SECUNDARIOS 1, 2, 3, 4 Y BATERIA	300215,9

Tabla 1.5. Potencias activas de los cuadros de la instalación.

De esta forma, la potencia activa consumida total es de 300,22 kW, valor mayor que los 121,93 kW mínimos exigidos por el REBT. Por lo cual se tomará el valor de la potencia de la tabla 1.5 para conseguir un dimensionado correcto y más aproximado a los valores reales de la instalación.

Ahora bien, si queremos conocer la potencia a contratar tendremos que aplicar unos coeficientes de simultaneidad a los circuitos de los cuadros para acercar la demanda de energía eléctrica prevista a la real, ya que ningún circuito va a tener a todos sus receptores consumiendo de manera simultánea.

Los coeficientes que se han tomado han sido de 0,7 para maquinaria, 0,8 para alumbrado de interior y exterior, 1 para alumbrado de emergencia y 1 para las tomas de corriente. Así, la potencia total a contratar resulta 218,36 kW.

1.10 CONDUCTORES ELÉCTRICOS Y CANALIZACIONES

1.10.1 Introducción

En una instalación eléctrica, los conductores tienen la función de canalizar la corriente entre las distintas partes que la componen, por lo que su correcta elección es fundamental para el funcionamiento correcto de todo el conjunto.

Técnicamente hablando, a pesar de que se suelen usar ambos términos indistintamente, se debe distinguir entre lo que es un cable y un conductor. De esta forma, según la ITC-BT 01 del REBT, un cable será el conjunto formado por el conductor o conductores, revestimientos, aislantes y protecciones adicionales; el conductor propiamente dicho será únicamente la parte del cable que conduce la electricidad.

Los materiales más utilizados para la fabricación de los conductores en instalaciones como la presente son el cobre, el aluminio y la composición entre ambos. Los de cobre suelen usarse para líneas generales de alimentación, acometidas, derivaciones individuales, alumbrado o líneas de derivación a cuadros y receptores, mientras que los de aluminio son más usuales en redes de distribución o líneas a cuadros y receptores cuando se dispone de cargas importantes.

Para nuestra instalación del proyecto de la nave, los conductores transportarán la corriente desde el centro de transformación hasta cada uno de los receptores. De este modo quedarán definidos como conductores de baja tensión y trabajarán, de acuerdo a las tensiones nominales de 400 V entre fases para los circuitos trifásicos y 230 V entre fase y neutro para los monofásicos.

1.10.2 Composición de un cable eléctrico

Dentro de las diferentes composiciones, estructuras y configuraciones que puede tener un cable eléctrico en el mercado, para el caso de una instalación de baja tensión como el presente caso normalmente se compone de las siguientes partes o capas:

- Conductor o alma: parte encargada de transportar o conducir la electricidad y compuesta por uno o más alambres de cobre, aluminio, o material conductor correspondiente.
- Aislamiento: parte que recubre el conductor y que es la encargada de que no se produzcan pérdidas de energía eléctrica durante su transporte. En baja tensión se suelen usar dos tipos de aislamientos: termoplásticos, los cuales se reblandecen con el calor y se quiebran con el frío, lo que les hace recomendables para tendidos entre 70°C y 160°C (como ejemplos el PVC y el polietileno), y termoestables, que mantienen una adecuada flexibilidad en un rango de temperaturas desde 90°C hasta 250°C (XLPE o polietileno reticulado y etileno-propileno).
- Relleno: capa que se encuentra normalmente entre el conductor y el aislamiento, y que se encarga de que el conjunto adquiera una robustez y formas adecuadas para el correcto uso.
- Protección: parte exterior del conjunto que es la encargada de protegerle de los agentes externos y de la intemperie. Se distinguen tres tipos de protecciones: la armadura, parte que le protege de desgastes mecánicos y esfuerzos físicos como los esfuerzos de tracción o los golpes, la pantalla, que constituye una capa destinada a confinar los campos eléctrico y magnético creados y derivar a tierra las corrientes de defecto, y la cubierta, que es la parte más externa del cable y la que le protege de los agentes externos.

En media y alta tensión los cables pueden tener más capas y aislamientos. Para baja tensión, la protección se suele reducir a la cubierta exterior y su configuración es algo más sencilla, como se puede apreciar en la imagen 1.5.

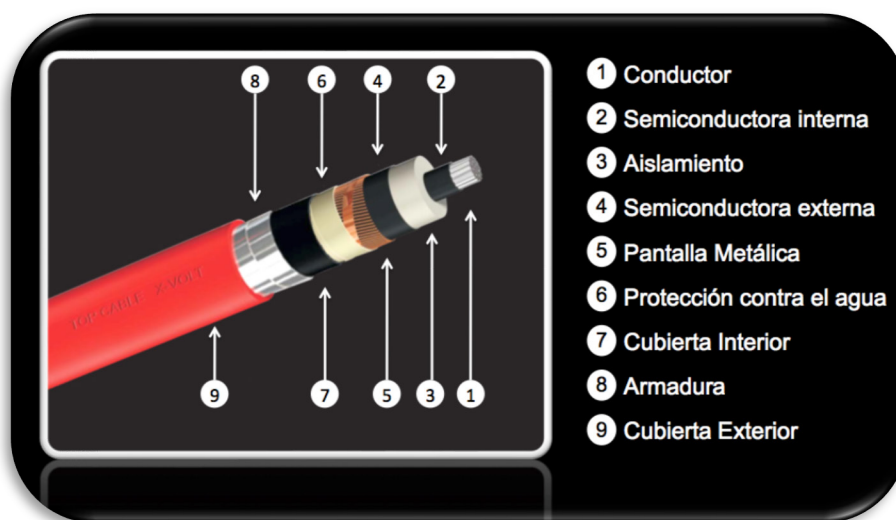


Imagen 1.4. Estructura completa de un cable (Fuente: www.topcable.com).

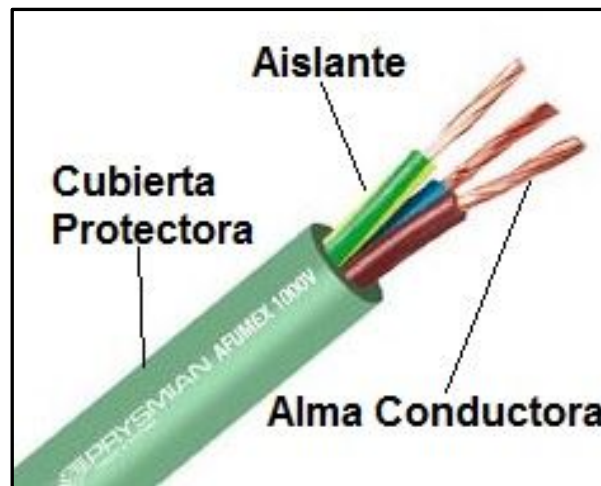


Imagen 1.5. Estructura habitual de un cable de baja tensión

(Fuente: www.areatecnologia.com).

1.10.3 Tipos de cables y conductores eléctricos

Los conductores se pueden clasificar de distintas maneras según su composición y estructura. Así, de acuerdo a la forma que poseen, podemos tener conductores con forma de:

- Hilo o alambre: constituyen una varilla de gran longitud en comparación a su peso.
- Cable: están formados por una agrupación de hilos o alambres trenzados entre sí formando un conjunto.
- Barra o planos: habitualmente de sección rectangular, son muy utilizados en estaciones seccionadoras, estaciones transformadoras o cuadros eléctricos.

Si atendemos a la configuración de su aislamiento, nos podemos encontrar dos familias de conductores:

- Conductores desnudos: no tienen ningún tipo de aislamiento en su composición. Se suelen usar en líneas aéreas de alta tensión. Dentro de esta familia se pueden tener conductores de hilo o alambre desnudos (imagen 1.6.a) y conductores de cable desnudos con multitud de hilos (imagen 1.6.b).
- Conductores aislados: disponen del correspondiente aislamiento en su composición, ya sea para aislar los distintos hilos del exterior o entre sí. Dentro de los conductores aislados podemos tener tres tipos: los de hilo o alambre aislados, constituidos por un hilo rodeado de una capa aislante (imagen 1.6.c), los de cable aislados, constituidos por más de un hilo rodeados por el material aislante (imagen 1.6.d), y los multiconductores o multipolares, formados por varios conductores o hilos que se

recubren de aislante en grupos y luego se vuelven a recubrir en conjunto (imagen 1.6.e).

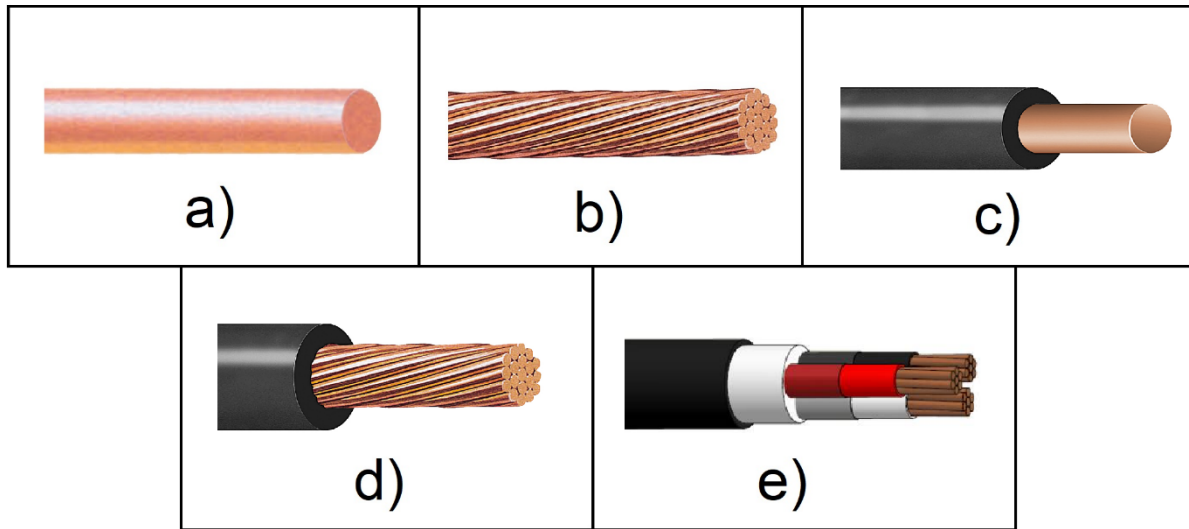


Imagen 1.6. Tipos de conductores según su composición y aislamiento
(Fuente: www.viakon.com).

Además de las clasificaciones vistas por su composición, los conductores se pueden desglosar en tres tipos según el trabajo que desempeñen en una instalación eléctrica:

- Conductores de fase: son los encargados de transportar la energía eléctrica para su consumo mediante el número de fases que requiera la carga o receptor, ya sea habitualmente una en circuitos monofásicos o tres en circuitos trifásicos. Se suelen reconocer porque su aislamiento es de color negro, marrón o gris.
- Conductores de tierra o protección: son los encargados de conectar las partes activas de la instalación a las tomas de tierra correspondientes. En condiciones normales no conducen corriente y su sección suele ser más pequeña que la de los demás. Su aislamiento es bicolor amarillo-verde para resaltarlos y distinguirlos del resto de conductores.
- Conductores neutros: en circuitos monofásicos constituyen el conductor por el que retorna la corriente, y en los trifásicos que les tienen (dependiendo de la configuración pueden llevar o no) se encargan de estabilizar la tensión entre fases y contribuir a la transmisión de energía. Su sección suele ser igual a la de la fases en instalaciones interiores, y tienen un revestimiento aislante de color azul.

1.10.4 Criterios de selección de los conductores

La selección de los conductores de una instalación parte principalmente de la sección requerida para el paso de la corriente a través de él. Una vez se ha determinado la sección en base a los valores normalizados de las tablas del REBT, existen distintas configuraciones según los materiales de los conductores y aislantes de que estén constituidos, y de su composición.

A la hora de elegir la sección de un conductor o conductores para un circuito determinado de la instalación, es necesario atenerse a varios criterios que justifiquen el correcto dimensionamiento de los mismos. De esta forma, los principales criterios que se pueden seguir son los siguientes:

- Calentamiento del conductor: determinado por el efecto Joule, fenómeno por el cual parte de la energía eléctrica transportada a través del conductor se transforma en calor por el choque de los electrones en su interior, haciendo que se eleve la temperatura del conjunto. Por tanto, la sección se debe determinar de forma que el calor generado no dañe a los materiales de que está compuesto, atendiendo al paso de dos tipos de corriente por el conductor: la nominal, que es la que normalmente va a circular por él y que alimentará a las cargas a las que suministre, y la de cortocircuito, que es la que circulará en caso de fallo en un periodo de tiempo muy corto y con un valor de pico muy alto, provocando altas temperaturas.
- Caída de tensión de la línea: la línea que define uno o varios conductores está siempre sometida a una pequeña resistencia al paso de la corriente. Esta resistencia provoca una caída de tensión a lo largo de la misma que no puede sobrepasar ciertos valores. Por lo tanto, para su correcto funcionamiento se debe elegir una sección tal que esos valores de caídas de tensión se encuentren dentro del marco normativo.
- Resistencia mecánica del conductor: los conductores en una instalación pueden estar sometidos a diferentes esfuerzos mecánicos como los de tracción o los transversales debidos al viento y a los agentes externos, por lo que a la hora de dimensionarles es fundamental una elección adecuada para que su integridad física no quede comprometida. Este criterio se tiene en cuenta en las líneas aéreas, careciendo prácticamente de consideración en las líneas soterradas o bajo tubo.
- Criterio económico: todos los conductores en una instalación están sometidos a desgastes con el paso del tiempo, principalmente debido a las pérdidas por efecto Joule, que constituyen un gasto anual, menor cuanto mayor es la sección del conductor. Además, se generan unos gastos de amortización e intereses del capital empleado en los conductores, que son mayores cuanto mayor es la sección, que se

suman a los anteriores. Por ello también es importante un dimensionado correcto de las líneas desde el punto económico, para encontrar una sección que minimice los gastos en ambos aspectos mencionados.

Para la elección de los conductores del presente proyecto se han tenido en cuenta los dos primeros criterios descritos ya que son los marcados por normativa a cumplir según el REBT. El criterio de resistencia mecánica no se ha tenido en cuenta al no tener ninguna línea aérea en la instalación, y el económico no se ha considerado como tal al no ser una instalación de gran envergadura ni una línea de transmisión, aunque sí de modo intrínseco a la hora de elegir las mejores opciones que ofrece el mercado a precios competentes.

1.10.5 Instalación de los conductores y canalizaciones

Los conductores que conforman una instalación de baja tensión deben ser montados en base a una serie de especificaciones marcadas por el REBT. Su instrucción técnica ITC-BT 07, en su apartado 2, establece una serie de configuraciones o maneras posibles de instalar los conductores de distribución de baja tensión dentro de una instalación eléctrica, las cuales son:

- Directamente enterrados: se soterran los conductores directamente sin necesidad de entubamientos a una profundidad mínima hasta su parte inferior de 0,6 m en acera o 0,8 m en calzada, y con un relleno de distintos tipos de arena en capas. Al no tener la protección de los tubos, se deben tomar una serie de medidas para que no se dañen, como la verificación de la zanja o el correcto relleno de arena, la adicción de una protección mecánica encima de la arena o la colocación de placas de señalización.
- En canalizaciones entubadas: los conductores se entierran dentro de tubos a una profundidad mínima hasta su parte inferior de 0,45 m en aceras o de 0,6 m en el resto de casos, con unos recubrimientos mínimos inferior y superior de 0,03 m y 0,06 m respectivamente. Esos tubos pueden estar hechos de materiales tanto metálicos como plásticos (como PVC, acero, libre de halógenos, polietileno, etc.) y ser rígidos, flexibles o curvables.
- En galerías: los conductores se montan sobre galerías subterráneas transitables o no y construidas de hormigón armado o material similar que soporte las cargas de tierras y tráfico a que estén expuestas. Dentro de este tipo de montaje tenemos las galerías visitables y las zanjas registrables. Las primeras se usan sobre todo para instalaciones potencia, cableado de control y telecomunicaciones en grandes instalaciones u obras de ingeniería, y deben disponer de pasillos para la circulación de personas de 0,9 por 2 m y la correspondiente ventilación. Las zanjas registrables suelen emplearse para albergar cableado de alta y baja tensión, de alumbrado, de control o de comunicación.

- En canales revisables o atarjeas: constituyen unos canales de obra con tapas manipulables cuya instalación se suele hacer en lugares de acceso restringido. Suelen enrasar a nivel de suelo, y el canal debe permitir la renovación de aire.
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared: normalmente este tipo de montajes solo se lleva a cabo en subestaciones eléctricas y en la parte interior de los edificios protegidas de la intemperie. Cuando no están situadas en zonas de acceso restringido deben protegerse mecánicamente para dificultar su accesibilidad.

Además de estas configuraciones de montaje, la disposición de los conductores puede estar albergada en distintos tipos de canalizaciones según su movilidad en base a lo dispuesto en la ITC-BT 01 del REBT:

- Canalización fija: aquella que está instalada de forma inamovible y no puede desplazarse. Si se quiere modificar o reparar es necesario desconectar la instalación.
- Canalización amovible: canalización que puede ser quitada fácilmente cuando así se requiera.
- Canalización movable: aquella que puede ser desplazada durante su funcionamiento, con las prescripciones de seguridad correspondientes.

Para instalaciones eléctricas interiores o receptoras, el Reglamento considera, en su instrucción ITC-BT 20 y en base a la norma UNE-HD 60364-5-52, una serie de sistemas de instalación de los conductores:

- Conductores aislados bajo tubos protectores: los cables se introducen en conducciones de material aislante que pueden ser rígidas, curvables o flexibles, y que deben cumplir con lo establecido por la instrucción técnica ITC-BT 21.
- Conductores aislados fijados directamente a la pared: los conductores, que deben estar provistos de aislamiento y cubierta, se fijan a las paredes o techos mediante bridas, abrazaderas o elementos similares.
- Conductores aislados enterrados: los conductores deben ir enterrados bajo tubo salvo que estén provistos de cubierta, cumpliendo siempre con las condiciones dispuestas por las instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.
- Conductores aislados empotrados directamente en estructuras: se empotran los conductores, que deben ser aislados y con cubierta, en estructuras de la construcción como paredes, tabiques, techos, etc.
- Conductores aéreos: se consideran para este sistema los conductores que no estén fijados directamente sobre las paredes o techos, debiendo cumplir con lo establecido por la ITC-BT 06 del REBT.

- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción: los huecos de la construcción admisibles para este tipo de canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos adoptando la forma de conductos continuos o comprendidos entre dos superficies paralelas.
- Conductores aislados bajo canales protectores: se instalan los conductores dentro de un perfil de paredes que pueden estar perforadas o no y cerrado por una tapa desmontable, según lo establecido en la ITC-BT 21.
- Conductores aislados bajo molduras: estas canalizaciones están constituidas por conductores alojados en ranuras bajo molduras que únicamente pueden utilizarse en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos.
- Conductores aislados en bandejas o soporte de bandejas: se disponen los conductores, que deben ser aislados y con cubierta, sobre bandejas ciegas, perforadas, de escalera o de rejilla, y dispuestas de forma vertical u horizontalmente.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas: los conductores se instalan en canalizaciones especiales cuyas características deben adaptarse a las normas UNE-EN 60570 o UNE-EN 61439-6, dependiendo del tipo de receptor que alimenten, y siempre con un grado de protección acorde a la tipología del local por el que discurren.

La instrucción técnica ITC-BT 21 establece una serie de características y requisitos para los tubos y canales protectores utilizados en las canalizaciones eléctricas.

Para la presente instalación todas las canalizaciones utilizadas serán fijas, con varias tipologías de instalación de las mencionadas en los párrafos superiores y en base a las condiciones estructurales de los locales y características de los conductores.

1.10.6 Conductores y canalizaciones elegidos

1.10.6.1 Conductores elegidos para la instalación

Los conductores que se han seleccionado para las distintas líneas que constituyen la instalación conforman las tipologías de modelos unipolares Prysmian RZ1-K (AS) con tensión nominal 0,6/1 kV y material Cu/XLPE para la derivación individual, las líneas de alimentación secundarias y algunos circuitos interiores, y los unipolares RCT H07V-K con tensión asignada de 450/750 V y material Cu/PVC para el resto de circuitos interiores y los circuitos de las instalaciones secundarias del centro de transformación.

1.10.6.2 Canalizaciones elegidas para la instalación

En cuanto a las canalizaciones por las que discurren los conductores seleccionados, se tienen varias tipologías de sistemas de instalación.

La derivación individual partirá desde el CT hasta el CGD de la nave a través de un tubo soterrado a 0,65 metros; desde allí, se dividirá en 5 líneas de alimentación secundarias dispuestas en bandejas perforadas de PVC hasta llegar a los cuadros secundarios; los cuadros CS1, CS2 y CS3 que alimentan a la maquinaria distribuirán sus circuitos a través de canales empotrados a 0,6 m de profundidad en el suelo del taller, mientras que el CS4 que da suministro al alumbrado y tomas de corriente de la nave lo hará a través de canalizaciones constituidas por tubos a través del falso techo, tubos empotrados en las paredes y canales protectores adosados al techo y/o paredes; los circuitos interiores del alumbrado exterior estarán compuestos por dos tramos de canalizaciones, uno a través de tubos empotrados en pared y el otro mediante tubos enterrados en la parcela de la nave a 0,65 m del pavimento.

1.11 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE

1.11.1 Introducción

El REBT, en su ITC-BT 12, define las instalaciones de enlace de forma genérica como aquellas que unen la caja o cajas generales de protección con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Para el caso del proyecto de la nave de carpintería metálica, al ser la instalación diferente a las que habitualmente se suelen ver para un edificio de viviendas, las partes que definen las instalaciones de enlace no tendrán la misma configuración.

De este modo, se han considerado como tales para el presente caso la acometida de la compañía suministradora que alimenta al centro de transformación, el propio centro de transformación y la línea de derivación individual que le conecta con el cuadro general de distribución de la nave.

1.11.2 Acometida

El centro de transformación de la nave será alimentado por una red en anillo perteneciente a la compañía suministradora VIESGO, la cual dota de energía al polígono de Barros con una tensión en media de 12 kV. La acometida que llega al centro tendrá las siguientes características:

- Tipo de línea: RHZ1-OL 12/20 kV 3x150 Al/XLPE.
- Tipo de instalación: enterrada a 1 m bajo tubo de 200 mm de diámetro de polietileno de alta densidad (PEAD).
- Longitud total: 27 m.
- Potencia de cortocircuito en AT: 332,5 MVA.

La canalización a realizar tendrá unas dimensiones de 1,1 metros de profundidad por 0,8 metros de anchura, dentro de la cual se colocarán 2 tubos de PEAD de 200 mm de diámetro exterior, los cuales servirán uno de alojamiento de la acometida y otro de reserva, tal como indica la normativa de VIESGO.

Tanto la instalación como el conexionado de la acometida al centro correrá a cargo de la empresa suministradora, la cual efectuará los trabajos de acuerdo a las disposiciones del RAT y a su propia normativa particular, bajo la supervisión de la Dirección Facultativa de la obra.

1.11.3 Centro de transformación

1.11.3.1 Introducción

Un centro de transformación se define como el conjunto de elementos de una instalación eléctrica que hace posible la reducción o el aumento de los niveles de tensión y que engloba, entre otros, al número de transformadores necesarios, circuitos, apartamentas y obra civil en algunos casos.

Para el proyecto de estas líneas, el centro de transformación reducirá la tensión suministrada por VIESGO de 12 kV hasta los niveles de consumo de 400 V en trifásica y 230 V en monofásica.

1.11.3.2 Tipos de centros de transformación

Los centros de transformación pueden ser clasificados según varios criterios, siendo los más importantes según la propiedad del centro de transformación, según su conexión a la red, según su emplazamiento y según su obra civil.

Si atendemos a la propiedad del centro, este se puede dividir en:

- Centro de transformación de compañía: el centro pertenece a la empresa suministradora de energía y no se realiza medida en media tensión, es decir, dentro del propio centro.
- Centro de transformación de abonado: también llamado de cliente, el centro pertenece a un único consumidor pudiendo realizarse la medida de la energía eléctrica en media tensión dentro del mismo.
- Centro de transformación mixto: constituye un mismo edificio con transformación tanto para la compañía suministradora como para el cliente.

Atendiendo a su conexión a la red eléctrica, se puede tener:

- Centro de transformación en anillo: el centro está situado dentro de una red de alta tensión con disposición en anillo. Disponen de líneas de entrada y salida en este tipo

de tensión y tienen la ventaja de que poseen una buena fiabilidad en el suministro de energía, por lo que son los más utilizados en ciudades o industrias.

- Centro de transformación de paso: constituye un centro que está ubicado en medio de una red radial, es decir, con un final establecido. Disponen de línea de entrada y salida en alta tensión, esta última hacia otro centro.
- Centro de transformación en punta: el que está al final de la red radial. Solo dispone de línea de entrada en alta tensión y alimenta a uno o varios transformadores.
- Centro de transformación independiente: es un caso particular de un centro de transformación en punta, por la salvedad de que es el único en toda la red. Suele derivar de una subestación transformadora o de una estación transformadora de distribución.

Según su emplazamiento, se definen los siguientes tipos de centro:

- Centro de transformación de intemperie o aéreo: está montado sobre un poste o apoyo de una línea aérea normalmente de alta tensión, y es muy común en zonas rurales o interurbanas para suministros provisionales y obras o clientes aislados. El transformador no suele tener potencias superiores a los 160 kVA, y dispone de fusibles de protección y seccionadores.
- Centro de transformación de interior: tiene todos sus elementos dentro de un espacio cerrado, y puede ser a su vez subterráneo, bien bajo la vía pública o bien en el sótano de edificaciones, donde la entrada de personal y aparatos se realiza a nivel de suelo, o de superficie, ya sea en el interior del local de un edificio o aislado de forma independiente.
- Centro de transformación compacto bajo poste: aquel en el que todos sus elementos de maniobra y protección en media tensión se instalan en el poste y el transformador y el cuadro de salidas en baja tensión se alojan en un pequeño edificio bajo él.

Por último, otra clasificación importante se hace atendiendo al tipo de obra civil que se ha llevado a cabo para su construcción:

- Centro de transformación convencional: aquel que se fabrica en el mismo emplazamiento en el que va a ir situado, generalmente de ladrillo o piedra, y con la disposición de unos tabiques que sirven para separar las distintas celdas. Actualmente en desuso.
- Centro de transformación prefabricado: centro ya construido de fábrica bien mediante módulos o en un solo bloque conjunto (monobloque). Suelen estar hechos en hormigón o estructura metálica, y constituyen un gran ahorro de tiempo de obra al

poder llevar también montados de fábrica sus elementos y conexiones correspondientes.

- Centro de transformación compacto: centro prefabricado de dimensiones más reducidas que los anteriores y gran versatilidad, cuya aparamenta se monta en una única celda interior.

Además de estas tipologías, se puede hacer una distinción de los centros en base al tipo de acometida que tengan (con acometida aérea, subterránea o mixta) o a su localización (centro urbano, industrial, rural, etc.).

El centro de transformación del presente proyecto constituye un centro de abonado de interior en superficie, con alimentación en anillo y prefabricado en monobloque de hormigón.

1.11.3.3 Estructura de un centro de transformación

Dentro de todas las tipologías de centros de transformación vistas existen diferencias en la estructura y montaje de sus componentes, así como en su situación.

Para el tipo de centro de la nave que nos ocupa, es decir, de interior prefabricado en hormigón, se pueden diferenciar las siguientes partes principales que le constituyen:

- Edificio o envolvente: puede estar fabricado en distintos materiales siendo el predominante el hormigón, y tener varias configuraciones como el monobloque o el diseño modular. Dentro de él se albergan todos los demás componentes que hacen que el centro funcione.
- Celdas de alta tensión: secciones o compartimentos que albergan la aparamenta de maniobra y la protección de la instalación en media tensión.
- Transformador: máquina trifásica estática encargada de reducir o elevar los niveles de tensión a los deseados según el tipo de instalación. Se suele montar en una celda independiente dentro del centro de transformación.
- Conexiones de alta y baja tensión: conjunto de líneas que unen las diferentes partes o elementos del centro entre sí, ya sea entre las celdas de AT y el transformador, entre este y el cuadro de baja tensión o entre las propias celdas.
- Celdas o cuadro de baja tensión: albergan la aparamenta de maniobra y protección de la instalación de baja tensión, bien en celdas o compartimentos o bien en un cuadro eléctrico.
- Equipo de medida: conjunto de elementos encargados de medir la energía eléctrica dentro del centro de transformación, ya sea en baja o media tensión.
- Instalación de puesta a tierra: conjunto de elementos que protegen al centro de las corrientes de fuga derivadas de fallos, canalizándolas mediante los conductores y

electrodos o picas correspondientes. Se distinguen las instalaciones de puesta a tierra de servicio y las de protección.

- Instalaciones secundarias: aquellas instalaciones cuyo trabajo no es necesario para el funcionamiento del centro pero sí es importante a la hora de realizar maniobras o mantenimiento dentro de él. Se engloban dentro de esta categoría el alumbrado interior, las tomas de corriente para abastecer a maquinaria y herramientas o los equipos de extinción de incendios.

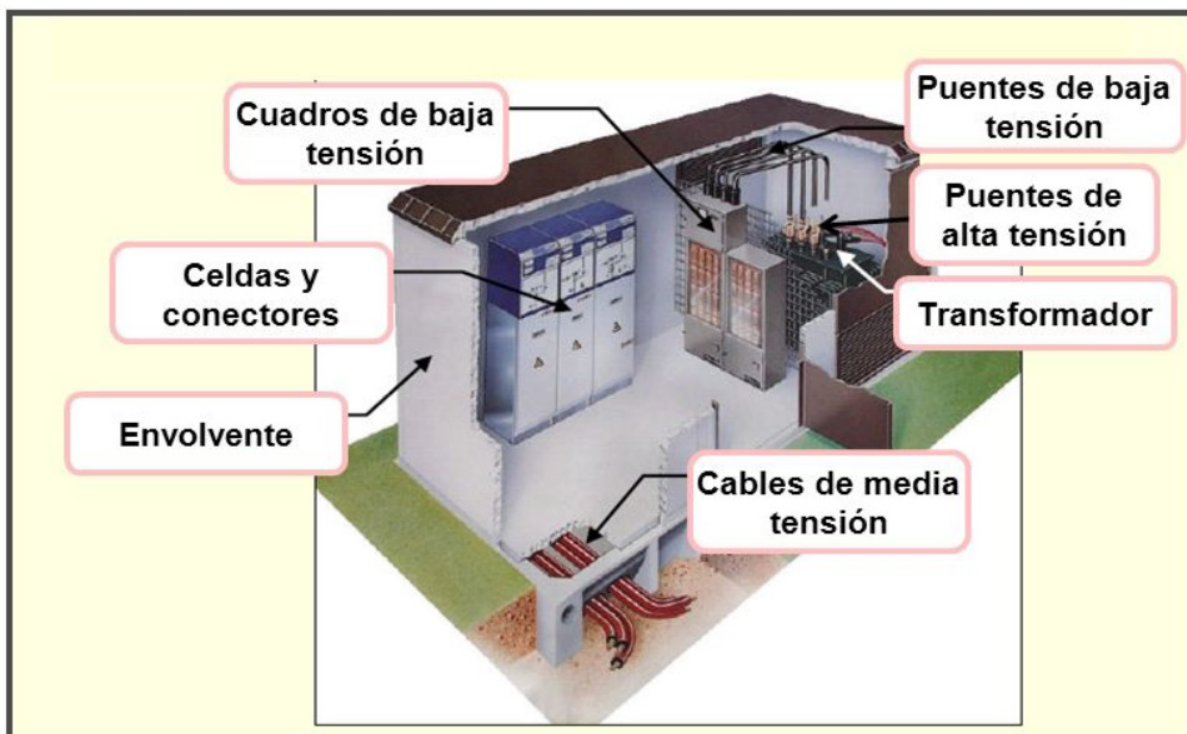


Imagen 1.7. Partes genéricas de un centro de transformación de interior

(Fuente: <https://slideplayer.es/slide/10331399>).

1.11.3.4 Obra civil y emplazamiento del centro de transformación elegido

El centro de transformación elegido para reducir la tensión que alimenta a la nave está constituido por un edificio prefabricado en hormigón por Ormazabal, modelo pfu-5/20, el cual atiende a las especificaciones marcadas por la norma UNE-EN 62271-202: 2015.

Este modelo de edificio tipo caseta del fabricante alberga en su interior todos los elementos y aparamenta eléctrica necesaria para el funcionamiento del centro, incluyendo transformadores, celdas de alta y baja tensión, embarrado, etc., siendo

Al ser prefabricados, tienen la ventaja de que su construcción y montaje de los elementos son realizados en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.



Imagen 1.8. Centro de transformación prefabricado pfu-5 de Ormazabal con 3 accesos.

(Fuente: www.ormazabal.com).

Para el caso del presente proyecto, se ha elegido como emplazamiento del centro de transformación la parte sur de la parcela, a 2,88 m de la fachada sur de la nave. Su situación allí permite la libre circulación de vehículos y peatones en el complejo y a la vez un cómodo acceso al personal que vaya a acceder a él para realizar labores de maniobra o mantenimiento.

La envolvente del centro es de hormigón armado vibrado, cuya resistencia característica es de 300 kg/cm^2 , y está compuesto por dos partes principales: una parte que conforma el techo o cubierta amovible y otra que abarca las paredes y la base.

Esta envolvente dispone de una armadura metálica constituida por un mallazo electrosoldado que permite su conexión a la red de tierras a través de latiguillos de cobre, constituyendo una superficie equipotencial que envuelve al centro.

Los cables que entran y salen del edificio en media y baja tensión lo harán a través de los orificios situados en la parte inferior de las paredes posterior y frontal, entre la placa base y la placa piso (placa piso 0,5 m por encima de la placa base). Estos orificios se perforan parcialmente para que cuando se esté instalando el centro en el emplazamiento definitivo se proceda a la apertura de los necesarios. También se dispone de orificios en la parte inferior para realizar las conexiones necesarias de las instalaciones de tierra.

Hacia la parte derecha del interior del edificio se encuentra el espacio para el transformador, el cual dispone de dos carriles con perfiles en "U" diseñados para alojar sus ruedas y adaptarle en la posición que se requiera. Bajo él e integrado en el diseño del hormigón, se dispone del foso o pozo apagafuegos con capacidad para 600 litros que sirve de depósito ante eventuales derrames de dieléctrico. Dicho pozo tendrá un relleno de gravilla y estará limitado superiormente por una rejilla de acero galvanizado perforada.

En cuanto a los accesos, el centro dispone de dos en la zona derecha de su pared frontal, uno para peatones y otro para acceder al transformador, ambos con apertura de hasta 180° y fabricados en chapa de acero. La puerta de acceso para el personal tiene unas dimensiones de 2,16 x 1,1 m, mientras que las del transformador son 2,16 x 1,32 m e incluye también una de las rejillas de ventilación. Además, ambas disponen de un sistema de cierre con doble anclaje superior e inferior diseñado por Ormazabal que garantiza el acceso únicamente al personal autorizado.

El centro de transformación es refrigerado mediante ventilación natural por convección (clase 10). Para ello dispone de dos rejillas situadas convenientemente una en la parte inferior de la puerta de acceso al transformador y la otra en la parte superior de la pared posterior. Las pérdidas generadas por el transformador en forma de calor son transferidas al aire que le rodea, el cual asciende al tener menor peso específico y es evacuado. De esta manera se crea una corriente de flujo con una renovación constante del aire dentro del edificio. Estas rejillas de 1,32 x 0,73 m están formadas por lamas en forma de "V" invertida acopladas interiormente a una malla mosquitera, de modo que todo el conjunto constituye una estructura que evita la entrada de agua e insectos del exterior al centro, permitiendo a su vez el paso del aire.

En lo referente a la cimentación del centro, se hará una excavación en su emplazamiento definitivo de 6,88 x 3,18 m a una profundidad de 0,56 m, sobre la cual se extenderá una capa de arena compacta de nivelación con un grosor de 10 cm y dejando 40 cm a cada lado del edificio. El centro se alojará sobre esta capa de arena apoyado en su placa base de hormigón armado.

El edificio presenta un acabado con pintura acrílica de tono RAL 9002 para las paredes y RAL 8017 para el perímetro de la cubierta, el techo, las puertas y las rejillas de ventilación, siendo tratados estos últimos elementos metálicos adecuadamente contra la corrosión mediante galvanizado.

Se debe resaltar que como indica la recomendación UNESA 1303A, ningún elemento metálico conectado al sistema equipotencial del mallazo ni a las instalaciones de puesta a tierra deberá ser accesible desde el exterior del edificio. El diseño del centro es tal que entre

las puertas de acceso o rejillas de ventilación y el mallazo equipotencial embebido en el hormigón de la envolvente habrá un valor mínimo de resistencia de 10 k Ω , por lo que estas partes se consideran aisladas.

Este centro de transformación prefabricado modelo pfu-5/20 de Ormazabal ha sido diseñado teniendo en cuenta todas las cargas y esfuerzos a los que estará sometido a lo largo de su vida en régimen de funcionamiento habitual, a la vez que se han tenido en cuenta todos los factores externos y condiciones ambientales que puedan influir en su impermeabilidad, estanqueidad, aislamiento y demás características tanto constructivas como eléctricas según la normativa vigente, siendo acreditado con el Certificado de Calidad ISO 9001.

A continuación se especifican las medidas correspondientes al diseño y ejecución de la obra civil que constituye el centro de transformación de la nave (ver plano 9 del documento planos del proyecto), cuyo peso total con los elementos y aparamenta montados es de 17460 kg:

DIMENSIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (mm)			
Dimensiones de la excavación			
Longitud	Anchura	Profundidad	
6880	3180	560	
Dimensiones exteriores			
Longitud	Anchura	Altura total	Altura desde suelo
6080	2380	3045	2585
Dimensiones interiores			
Longitud	Anchura	Altura	
5900	2200	2355	

Tabla 1.6. Dimensiones del centro de transformación.

1.11.3.5 Características genéricas del centro de transformación elegido

El centro de transformación es alimentado por la red de media tensión soterrada de 12 kV a 50 Hz de VIESGO, cuyas características se especificaron en el apartado 1.11.2.

Una vez llega la energía eléctrica al centro, se suceden una serie de operaciones dentro de él para que la nave pueda ser abastecida de forma correcta y segura: reducción de los niveles

de tensión, protección de la instalación, medición de datos y consumo, seccionamientos y maniobras en las líneas, etc.

Cada elemento o parte del centro es importante y cumple una o varias funciones específicas. De esta manera, se pueden desglosar las siguientes partes principales:

- Transformador.
- Celdas de alta tensión.
- Cuadro de baja tensión.
- Conexiones de MT y BT.
- Instalaciones de puesta a tierra.
- Instalaciones secundarias.

El fabricante encargado del montaje del transformador y la aparamenta del centro es Ormazabal, que como se especificó en apartados anteriores, también es responsable de añadir al conjunto de la envolvente del edificio dichos elementos en fábrica, siendo únicamente necesaria su puesta a punto una vez ubicado en su emplazamiento definitivo junto a la nave.

El transformador seleccionado en base al programa de necesidades de consumo es el modelo transforma convencional con refrigeración en aceite, versión 24 kV A₀ C_K con arrollamientos de aluminio y pasatapas de MT enchufables.

Las celdas de alta tensión son Ormazabal cgmcosmos, protegidas por una unidad de protección general ekor.rp, y el cuadro de baja tensión del mismo fabricante y modelo cbto.k para centros de transformación tipo compacto.

En cuanto a las instalaciones de puesta a tierra, el centro cuenta con una de protección que derivará las faltas a tierra a través de 8 picas de acero cobreado enterradas formando un anillo rectangular, y una de servicio cuyo extremo lo componen 3 picas enterradas en hilera.

Todas estas características se especifican con más detalle en los apartados siguientes.

1.11.3.6 Programa de necesidades y características del transformador elegido

Como se vio en el apartado 1.9, la potencia máxima consumida por los receptores de la nave es de 300,22 kW, cuya potencia aparente resultante si se tiene en cuenta el factor de potencia de la instalación es de 357,05 kVA.

En base a ese programa de necesidades y teniendo en cuenta un factor de ampliación de 1,3 para prever un futuro sobredimensionado, se ha decidido instalar un transformador de potencia estandarizada de 630 kVA (ver apartado 2.7.1 del documento de cálculos), que se

encargará de reducir la tensión de los 12 kV suministrados por VIESGO hasta los 400 V necesarios para alimentar a la nave.

El transformador, al igual que la envolvente, está fabricado por Ormazabal, y constituye el modelo transformador convencional aceite, cuyas especificaciones más resaltables son la que siguen:

- Tipo de transformador: trifásico reductor (50 Hz) y hermético de llenado integral.
- Modelo y versión: Ormazabal transformador convencional con refrigeración en aceite, versión 24 kV A₀ C_K con arrollamientos de aluminio y pasatapas de MT enchufables.
- Potencia aparente máxima: 630 kVA.
- Pérdidas en vacío/carga: 600/6500 W.
- Tensión primaria: 12 kV.
- Tensión secundaria: 400 V (420 V en vacío).
- Regulación de tomas en el primario: +/- 2,5%, +5%, +7,5%, +10%.
- Tensión de cortocircuito (V_{cc}): 4%.
- Nivel de aislamiento máximo: 24 kV.
- Tipo de conexión: Dyn11.
- Tipo de refrigeración: refrigeración natural en baño de aceite (ONAN) con volumen total de 390 litros.
- Tipo de líquido dieléctrico: aceite mineral aislante no inhibido según norma IEC 60296.
- Protección propia del transformador: termómetro incorporado.
- Medidas: 1496 mm de largo, 936 mm de ancho y 1227 mm de alto (sin ruedas ni pasatapas).
- Protección metálica adicional a modo de defensa con cerradura enclavada a la celda.
- Certificaciones: ISO 9001 e ISO 14001.

Para su construcción se ha tenido en cuenta la normativa marcada por los estándares de UNE-EN 50464, UNE-EN 60076, UNE-EN 21428 y del Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión Europea de 21 de mayo de 2014.

Asimismo, se han sometido a ensayos de rutina de medida de la resistencia de sus arrollamientos, de verificación de la relación de transformación y grupo de conexión, de las pérdidas en carga y tensión de cortocircuito, de las pérdidas y corriente en vacío, y de tensión aplicada a frecuencia industrial e inducida, todos para verificar que se cumplen las normas UNE-EN 60076-1: 2013 y UNE-EN 60076-3: 2014.

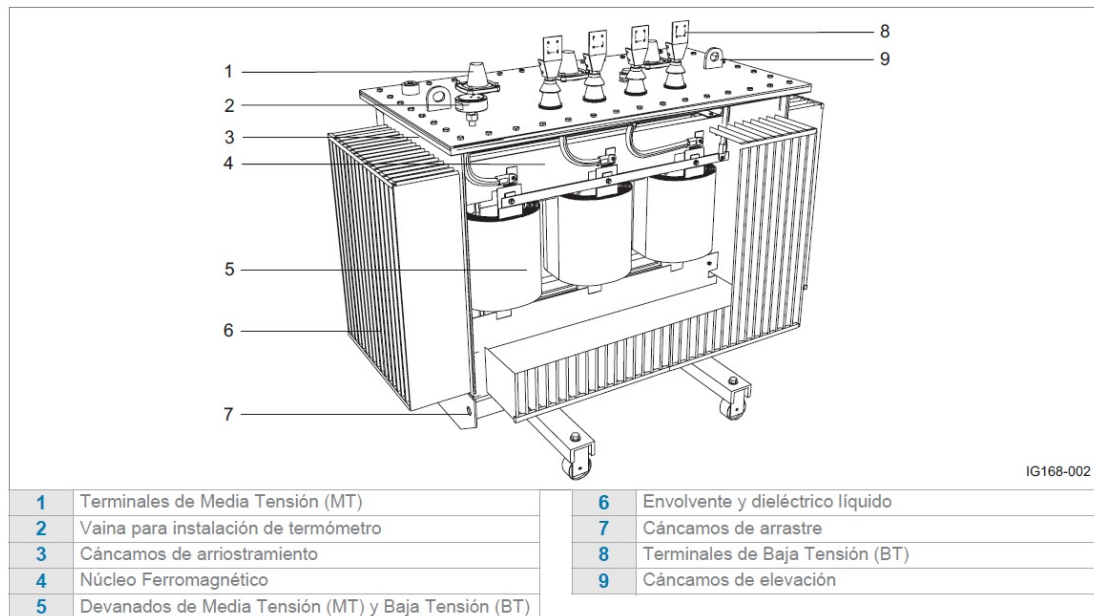


Imagen 1.9. Partes constructivas del transformador modelo transformador convencional aceite de Ormazabal. (Fuente: www.ormazabal.com).

1.11.3.7 Características de las celdas de alta tensión elegidas

El centro de transformación dispone de 7 celdas fabricadas por Ormazabal modelo cgmcosmos, que cumplen distintos cometidos en media tensión. Estas celdas están dispuestas en módulos bajo una envoltorio metálica de aislamiento en gas tipo SF₆ (hexafluoruro de azufre), atendiendo a la normas UNE-EN 62271-200: 2012 y UNE-EN 62271-1: 2009.

Este modelo de CT incorpora dos celdas para entrada o salida de líneas, en vista a ampliaciones futuras o a disposiciones de varias líneas que no puedan ser conectadas a través de una sola celda. Para el presente caso, solo se necesita un celda de este tipo, por lo que la otra se dispone desconectada del resto.

Las celdas disponen de una cuba de acero inoxidable con clasificación IP67 constituida con sistema de sellado por compresión debido al gas de su interior, la cual contiene todos los elementos del circuito principal sin la necesidad de hacer un mantenimiento en este aspecto debido a que el fabricante nos asegura un correcto funcionamiento del sistema de aislamiento sellado por un tiempo mínimo de 30 años. De forma adicional está equipada con una membrana que dirige de forma segura la salida de gases en caso de arco interno, así como con un manómetro para controlar su presión.

El conjunto es altamente resistente a la corrosión, siendo expuestos los mecanismos de maniobra a ensayos con niebla salina neutra según la ISO 7253, y también a la inundabilidad,

comprobado mediante ensayo de 3 metros de columna de agua durante 24 horas sobre la instalación.

Los grados de protección existentes son IP2XD en la envolvente externa y los mecanismos de maniobra, IPX7 e IK09 en la cuba de gas e IK08 en todas las cubiertas metálicas.

Las celdas cgmcosmos cuentan con una serie de enclavamientos mecánicos y eléctricos conforme a la norma UNE-EN 62271-200: 2012, los cuales permiten un funcionamiento seguro y fiable y evitan las maniobras no seguras. Entre otras funciones, evitan el cierre del interruptor-seccionador y del seccionador de puesta a tierra de forma simultánea, o permiten la apertura de la tapa de acceso a los cables de media tensión únicamente cuando el seccionador de puesta a tierra está cerrado y viceversa.

En cuanto a las características eléctricas, se explayan un poco más adelante para cada celda o módulo, siendo las especificaciones genéricas del conjunto:

- Tensión asignada: 24 kV.
- Intensidad asignada: 400 A.
- Frecuencia asignada: 50 Hz.
- Intensidad asignada soportada de corta duración (1s): 16 kA (eficaz)/ 40 kA (pico).
- Clasificación del arco eléctrico de acuerdo a UNE-EN 62271-200: AFL 16 kA 1 s.
- Disponen de 3 divisores capacitivos de 24 kV.
- Categoría de pérdida de continuidad de servicio: LSC2.
- Clase de compartimentación: PM.

Para la construcción y verificación de seguridad y funcionamiento de todas las celdas se ha tenido en cuenta la normativa marcada por los estándares de UNE-EN 62271, UNE-EN 60255, UNE-EN 60529, UNE-EN 61243, IEEE C37.74-2014, IEEE C37.20.7-2007, IEEE 1247-2005, IEEE C37.123-2016, IEEE C37.04-1999, IEEE C37.06-2009 e IEEE C37.09-1999.

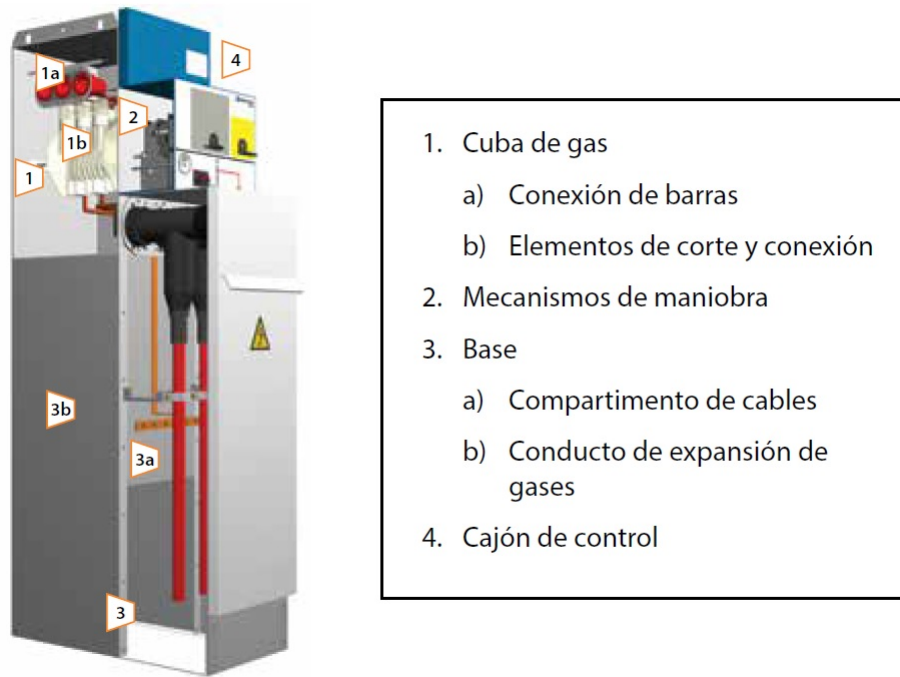


Imagen 1.10. Estructura genérica de una celda modelo cgmcosmos de Ormazabal
(Fuente: www.ormazabal.com).

A continuación se detallan las características y funciones de cada celda instalada en el centro de transformación:

- Celda cgmcosmos-I Interruptor-seccionador (Entrada/Salida 1): módulo metálico con aislamiento y corte en gas con función de línea y medidas de base 735 x 365 mm y altura 1740 mm, cuyo peso total asciende a 95 kg. Esta unidad incorpora una derivación con un interruptor-seccionador rotativo para corte y aislamiento, con posición de puesta a tierra de los cables de la acometida inferior mediante bornas enchufables y un embarrado superior de cobre. Además, está provista de una alarma sonora modelo ekor.sas de prevención de puesta a tierra y de unos captadores capacitivos modelo ekor.vpis que detectan si hubiera tensión en los cables de la acometida. Se dispondrá desconectada puesto que la entrada de la acometida se realizará a través de su celda homónima. Este modelo de CT de Ormazabal incorpora sus características individuales más destacadas:
 - Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (1 minuto, fase-tierra): 50 kV.
 - Tensión asignada soportada a impulso tipo rayo (fase-tierra): 125 kV.
 - Capacidad de cierre (valor de pico): 40 kA.
 - Capacidad de corte (corriente principalmente activa): 400 A.

- Mecanismo de maniobra: interruptor-seccionador manual de 3 posiciones tipo B.
- Celda cgmcosmos-I Interruptor-seccionador (Entrada/Salida 2): celda con función de línea con aislamiento y corte en gas, a través de la cual entrará la acometida al CT, de medidas de base 735 x 365 mm y altura 1740 mm, cuyo peso total es de 95 kg. El módulo es exactamente igual que el correspondiente a la Entrada/Salida 1 descrita anteriormente, por lo que también dispone de un interruptor-seccionador rotativo para corte y aislamiento, embarrado superior de cobre, alarma tipo ekor.sas y captadores capacitivos tipo ekor.vpis. Sus principales características se reflejan de la celda anterior:
 - Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (1 minuto, fase-tierra): 50 kV.
 - Tensión asignada soportada a impulso tipo rayo (fase-tierra): 125 kV.
 - Capacidad de cierre (valor de pico): 40 kA.
 - Capacidad de corte (corriente principalmente activa): 400 A.
 - Mecanismo de maniobra: interruptor-seccionador manual de 3 posiciones tipo B.
- Celda cgmcosmos-I Interruptor-seccionador (Seccionamiento Compañía): celda de envolvente metálica con función de línea y aislamiento y corte en gas de medidas y peso iguales a las celdas anteriores. También dispone de los mismos elementos, como el interruptor-seccionador rotativo para corte y aislamiento, el embarrado superior de cobre, una alarma tipo ekor.sas y los captadores capacitivos tipo ekor.vpis, así como de las mismas especificaciones:
 - Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (1 minuto, fase-tierra): 50 kV.
 - Tensión asignada soportada a impulso tipo rayo (fase-tierra): 125 kV.
 - Capacidad de cierre (valor de pico): 40 kA.
 - Capacidad de corte (corriente principalmente activa): 400 A.
 - Mecanismo de maniobra: interruptor-seccionador manual de 3 posiciones tipo B.
- Celda cgmcosmos-rc Remonte de cables (Remonte a embarrado general): celda con envolvente metálica construida en chapa galvanizada de medidas de base 735 x 365 mm y altura 1740 mm, y un peso total de 40 kg. La única función de este módulo es la de remontar los cables desde la parte inferior a la superior de las celdas cgmcosmos.

- Celda cgmcosmos-v Interruptor automático de vacío (Protección General): módulo de envolvente metálica con aislamiento en gas y medidas de base 850 x 480 mm y altura 1740 mm, cuyo peso asciende a 218 kg. Al igual que las celdas tipo Interruptor-seccionador vistas anteriormente, esta también incorpora el embarrado superior de cobre, una alarma sonora modelo ekor.sas de prevención de puesta a tierra y unos captadores capacitivos modelo ekor.vpis. La salvedad es que está provista a modo de protección general de la instalación de una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones en serie junto a un interruptor automático de corte en vacío enclavado con él (certificado por UNE-EN 62271-100), mediante el cual se hace la puesta a tierra de la acometida. Sus principales especificaciones son las siguientes:
 - Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (1 minuto, fase-tierra): 50 kV.
 - Tensión asignada soportada a impulso tipo rayo (fase-tierra): 125 kV.
 - Capacidad de cierre (valor de pico): 40 kA.
 - Capacidad de corte (corriente principalmente activa): 400 A.
 - Capacidad de corte (cortocircuito): 16 kA.
 - Mando del interruptor automático: manual RAV.
 - Relé de protección: ekor.rpg-302A.
- Celda cgmcosmos-m Medida (Medida): celda de envolvente metálica fabricada en chapa galvanizada con aislamiento en aire y de medidas de base 1025 x 800 mm y altura 1740 mm, con un peso total de 165 kg. La función de este módulo es alojar los correspondientes elementos de medida de la energía eléctrica de la instalación, realizada a través de 3 transformadores de tensión y otros 3 de intensidad con aislamiento seco. La celda está sellada con una tapa que evita la posibilidad de contactos indirectos y la manipulación de las conexiones de su interior, y sus características más resaltables son las siguientes:
 - Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (1 minuto, fase-tierra): 50 kV.
 - Tensión asignada soportada a impulso tipo rayo (fase-tierra): 125 kV.
 - Características de los transformadores de tensión: potencia de 25 VA por transformador, relación de transformación 12000/110 V, sobretensiones admisibles de 1,2 veces la tensión nominal en permanencia y 1,9 dicha tensión durante 8 horas y clase de precisión 0,5.
 - Características de los transformadores de intensidad: potencia de 15 VA por transformador, relación de transformación 30-60/5 A, intensidad térmica $I_{TH} = 200$. I_N y clase de precisión 0,5 S.

- Celda cgmcosmos-I Interruptor-seccionador (Seccionamiento Cliente): celda modular con función de línea y aislamiento y corte en gas de medidas de base 735 x 365 mm y altura 1740 mm, con 95 kg de peso total. Monta una derivación con un interruptor-seccionador rotativo para corte y aislamiento, con posición de puesta a tierra de la acometida inferior mediante bornas enchufables y un embarrado superior de cobre. En añadido, como el resto de celdas de la misma tipología, trae instalada una alarma ekor.sas de prevención de puesta a tierra y unos captadores capacitivos ekor.vpis. Algunas de sus especificaciones más importantes:
 - Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (1 minuto, fase-tierra): 50 kV.
 - Tensión asignada soportada a impulso tipo rayo (fase-tierra): 125 kV.
 - Capacidad de cierre (valor de pico): 40 kA.
 - Capacidad de corte (corriente principalmente activa): 400 A.
 - Mecanismo de maniobra: interruptor-seccionador manual de 3 posiciones tipo B.

1.11.3.8 Características del cuadro de baja tensión elegido

El cuadro de baja tensión del centro de transformación se encarga de recibir el circuito de la salida del secundario del transformación en baja tensión y distribuirlo en una serie de circuitos individuales que tienen por función alimentar la nave. Además, este cuadro también se encarga de alimentar las instalaciones secundarias del centro como sus luminarias y tomas de corriente.

El modelo fabricado por Ormazabal es el cbto.k para centros de transformación tipo compacto, constituido por una placa soporte compartimentada de material aislante y auto extingible de medidas de base 464 x 264 mm y altura 1350 mm.

En su construcción y diseño se ha tenido en cuenta la normativa de IEC 60439-1: 1999 y UNE-EN 60947-3:2009/A2: 2016, y se ha chequeado mediante ensayos adicionales de comportamiento ante el fuego y generación de arcos eléctricos internos según UNE-IEC/TR 61641:2011 IN.

Las principales características del cuadro son las siguientes:

- Tensión asignada: 440V.
- Intensidad asignada: 1000 A.
- Frecuencia asignada: 50 Hz.
- Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (1 minuto): 2,5 kV (fase-fase)/ 10 kV (fase-tierra).
- Tensión asignada soportada a impulso tipo rayo (fase-tierra): 20 kV.

- Intensidad asignada soportada de corta duración (1s): 22 kA (eficaz)/ 46,2 kA (pico).
- Grados de protección: IP2X e IK08.
- Cuenta con interruptor de corte en carga de 1000 A y salida con bases portafusibles de 32 A con cartucho portafusible de 20 A.

De este cuadro saldrá la derivación individual que alimentará a la nave, y también alimentará a las instalaciones secundarias de fuerza y alumbrado del centro de transformación. Estará protegido, además de sus protecciones de serie, por un magnetotérmico Schneider Masterpact MTZ1 10H1 y un bloque diferencial Vigi MB también de la marca Schneider.

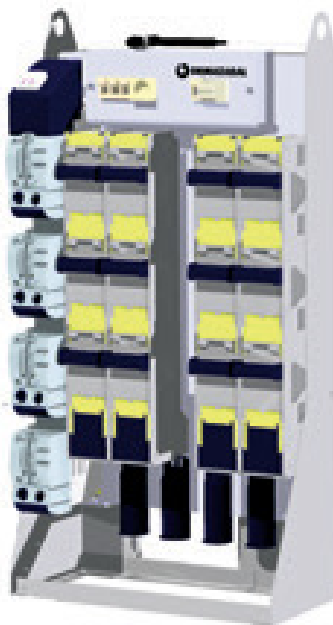


Imagen 1.11. Cuadro de baja tensión cbto.k de Ormazabal para centros de transformación compactos. (Fuente: www.ormazabal.com).

1.11.3.9 Características de las conexiones de AT y BT

La conexión eléctrica y mecánica entre los diferentes módulos del sistema cgmcosmos se realizará a través del conjunto de unión ormalink de Ormazabal, el cual permitirá el conexionado del embarrado superior de cobre de las celdas, dispuesto a través de 3 barras aisladas en paralelo, sin necesidad de reponer el gas SF₆.

La conexión en el lado de alta tensión entre las celdas y las tomas de AT del primario del transformador se realizará mediante 3 puentes constituidos por cables unipolares tipo HEPRZ1 de 12/20 kV y con alma de sección 50 mm² Al. Las terminaciones estarán

constituidas por conjuntos Euromold de 24 kV en modelos K430TB asimétrica atornillable para las celdas y K158LR acodada enchufable para el transformador.

La conexión en el lado de baja tensión entre las tomas del secundario del transformador y el cuadro de baja tensión del centro se construirá a través de un juego de puentes de cables de BT de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 240 mm² Al sin armadura, compuestos por 3 conductores de fase más 2 neutros.

1.11.3.10 Descripción de la unidad de protección general

La función de protección general de la instalación la realizará la unidad de protección y medida tipo ekor.rpg de Ormazabal para celdas de protección con interruptor automático de vacío. Esta unidad está autoalimentada a partir de 5 A por fase y cuenta con un microprocesador con funciones de protección de sobrecorriente temporizada (sobrecarga), instantánea (cortocircuito) de fases y neutro e histórico de disparos. El rango de potencias con el que trabaja va desde los 50 kVA hasta los 25 MVA y sus entradas de intensidad térmica y dinámica son respectivamente de 20 y 50 kA.

Los principales elementos de que dispone esta unidad de protección son los siguientes:

- Relé electrónico de protección ekor.rpg-302A con mandos y display para visualización de datos y ajustes, y puertos de comunicación DB9 RS232 y RS485 (5 kV)-RJ45.
- 3 transformadores toroidales que actúan como sensores de intensidad (uno por fase) con rango de medida 15-630 A, relación 1000/1 A y clase de precisión 0,5.
- 3 transformadores toroidales de autoalimentación que actúan a partir de los 5 A por fase, con rango de alimentación 5-630 A y relación 200/1 A.
- Toroidal adicional que abarca las tres fases y que actúa como sensor de intensidad homopolar, con rango 15-630 A, relación 1000/1 A y clase de medida 3.
- Tarjeta de alimentación que alimenta al relé de forma segura a través de la conversión de la señal de los transformadores a corriente continua y que dispone de una entrada de 230 VAC para alimentación auxiliar.
- Disparador biestable de baja energía integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor automático.

Las funciones de protección que abarca el equipo se detallan a continuación:

- Sobreintensidad para cada fase (3 x 50-51).
- Sobreintensidad de fuga a tierra (50N-51N).
- Ultrasensible de fuga a tierra (50Ns-51Ns).
- Disparo exterior (termómetro) (49T).
- Reenganchador con control integrado ekorRPGci (79).

- Detección de faltas de tierra a partir de 0,5 A.
- Configurable mediante el software ekor.soft y comunicable (puertos DB9 RS232 y RS485 (5 kV)-RJ45, protocolo MODBUS (RTU)).
- Información del histórico de disparos.
- Medida de las intensidades de fase y homopolar.
- Posibilidad de pruebas por primario y secundario.
- Autoalimentación a partir de 5 A (por fase).

La unidad ha sido sometida a ensayos de aislamiento (IEC 60255-5), de compatibilidad electromagnética (IEC 60255-11, IEC 60255-22, IEC 60255-25 y UNE-EN 61000-4), climático (UNE-EN 60068-2), mecánico (UNE-EN 60255-21) y de potencia (IEC 60265 y UNE-EN 60056).

Asimismo, el conjunto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2014/30/EU y con la normativa internacional IEC 6025, siendo diseñado y fabricado para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM (ensayo según artículo 7 de la directiva).

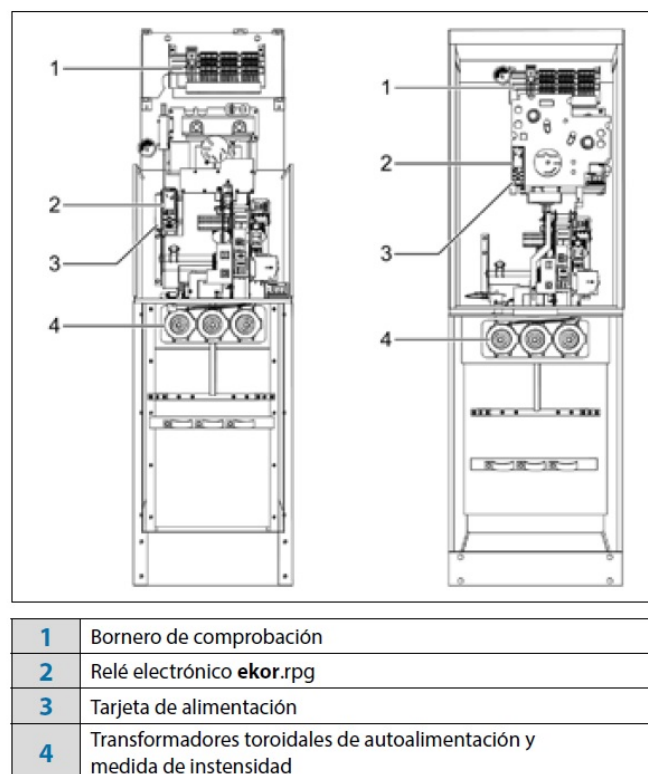


Imagen 1.12. Unidad ekor.rpg instalada en celda de protección con interruptor automático.

(Fuente: www.ormazabal.com).

1.11.3.11 Descripción del equipo de medida de energía eléctrica

La medida de la energía eléctrica que consume toda la instalación se realizará mediante los transformadores de medida (3 de tensión y 3 de intensidad) descritos en el apartado 1.11.3.7 que estarán alojados en la celda cgmcosmos-m.

Los valores medidos por los transformadores serán registrados por los aparatos de control y telegestión correspondientes, los cuales estarán alojados en el interior de un armario del CT con doble aislamiento de poliéster reforzado con fibra de vidrio modelo Pinazo PNZ-CIT-FU HC y medidas de base 630 x 230 mm y 1350 mm de altura. Este conjunto de aparatos conectados a los secundarios de los transformadores de intensidad y de tensión estará formado por un contador tarificador electrónico multifunción para medida trifásica, una regleta de verificación y un registrador electrónico.

1.11.3.12 Descripción de las instalaciones de puesta a tierra del CT

El centro de transformación debe disponer siempre de una instalación de tierra diseñada de manera que no puedan presentarse tensiones de contacto ni de paso peligrosas para el cuerpo humano en ningún punto de acceso ni interior ni exterior donde las personas puedan situarse o circular.

Se considerarán dos sistemas principales: la puesta a tierra de protección y la puesta a tierra de servicio. Al sistema de puesta a tierra de protección se conectarán todas aquellas partes metálicas de la instalación que no estén normalmente en tensión pero que puedan estarlo a causa de fallos o anomalías, es decir, todas las partes metálicas que no estén conectadas a los circuitos principales de los aparatos y equipos del centro, como por ejemplo la carcasa del transformador, la armadura del edificio, las envolventes metálicas de las celdas o los bastidores de los aparatos de maniobra, no considerando los elementos metálicos accesibles desde el exterior. Al sistema de puesta a tierra de servicio se conectarán las partes activas en baja tensión susceptibles de la aparición de tensiones peligrosas por influencia de la red de alta tensión, como son los neutros de los transformadores o las tomas de tierra de los secundarios de los transformadores de medida.

Estas dos instalaciones deben ser siempre independientes, de modo que cuando circule una corriente por una de ellas, la tensión que se produzca en la otra sea despreciable.

Además, dentro de las tierras de protección y servicio, habrá que distinguir entre las puestas a tierra interiores, que realizarán la interconexión dentro del centro entre los distintos elementos y partes susceptibles de ser conectadas, y las puestas a tierra exteriores, formadas por las agrupaciones de picas unidas por conductores que están enterradas a una profundidad específica para derivar a tierra los defectos que se pudieran producir.

El diseño de las instalaciones de puesta a tierra del centro se ha hecho teniendo en cuenta el método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de 3ª categoría de UNESA (hoy AELEC) en su Anexo 2, así como la Instrucción Técnica Complementaria del RAT (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión) ITC-RAT 13.

De este modo, la configuración elegida para la puesta a tierra exterior de protección es la siguiente:

- 8 picas de acero cobreado de diámetro 14 mm y longitud 6 m, enterradas verticalmente a 0,8 m de profundidad hasta su parte superior y dispuestas alineadas y formando un anillo rectangular de dimensiones 4 x 7 m.
- Conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección que une las picas por su parte superior, formando el citado anillo.
- Código de configuración UNESA: 70-40/8/86.
- Conductor de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido bajo tubo de PVC con grado de protección 7 que une el anillo rectangular con el centro de transformación (con la puesta a tierra interior de protección).

A su vez, la puesta a tierra interior de protección estará compuesta por un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección que unirá las distintas partes metálicas y elementos susceptibles de ponerse en tensión eventualmente dentro del centro, formando un anillo grapado a la pared mediante sujeciones apropiadas, y constituyendo un nexo entre esas masas y la tierra de protección exterior descrita en el párrafo anterior.

Además, a modo de protección adicional, el centro dispondrá en su interior y a 0,15 m de profundidad respecto del recredado del hormigón un mallazo electrosoldado, constituyendo una superficie equipotencial que proteja a las personas que accedan dentro de los riesgos de tensión de contacto y de paso interior. Esta malla tendrá unos redondos de diámetro aproximado de 5 mm, estará formada por retículas cuadradas de 25 cm de lado y estará unida a la tierra de protección mediante dos conductores aislados de cobre de 50 mm² de sección que sobresalgan en dos puntos opuestos 0,30 m por encima del piso del centro de transformación.

Para la puesta a tierra exterior de servicio, la configuración elegida es la que se describe a continuación:

- 3 picas de acero cobreado de diámetro 14 mm y longitud 4 m, enterradas verticalmente a 0,5 m de profundidad hasta su parte superior y dispuestas en hilera separadas entre sí 3 m.

- Conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección que une las picas por su parte superior.
- Código de configuración UNESA: 5/34.
- Conductor de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido bajo tubo de PVC con grado de protección 7 que une la primera pica con el centro de transformación (con la puesta a tierra interior de servicio).

La puesta a tierra interior de servicio estará constituida por un conductor de cobre aislado de 50 mm² grapado a la pared del centro y que conectará las distintas partes activas y aparamenta correspondiente dentro del edificio.

Ambas tierras interiores, de protección y de servicio, estarán provistas de sendas cajas generales de seccionamiento con protección IP55 y separadas la una de la otra una distancia mínima de 1 m.

1.11.3.13 Descripción de las instalaciones secundarias del CT

Se engloban dentro de esta categoría todas las instalaciones del centro de transformación que, sin ser necesarias para el funcionamiento de este, ayudan a realizar las labores que se llevan a cabo en él, como el conjunto de maniobras o el mantenimiento. De este modo, las instalaciones secundarias del presente centro están compuestas por las luminarias tanto de interior como de emergencia, las tomas de corriente y los equipos de protección contra incendios y de seguridad (ver plano 10 del documento de planos y apartado 2.7.11 del documento de cálculos), todos alimentados por el cuadro de baja tensión del centro.

Para la iluminación interior del centro se ha dispuesto de 2 luminarias modelo Philips WT470C L1600 1xLED35S/840 WB, las cuales consumen una potencia total de 49 W, y cuya descripción se encuentra en el apartado 1.13.6.2 de la presente memoria.

El alumbrado de emergencia lo componen 4 luminarias Legrand URA34 LED/150 lum 1 h, que consumen entre todas 32 W y cuyas características se pueden ver en el apartado 1.13.8.2 de esta memoria. Una de ellas se ha situado sobre el equipo de extinción de incendios, otra sobre la puerta de acceso para peatones (interior), otra sobre la puerta de acceso al transformador (interior) y la restante en el exterior del centro, en el margen superior izquierdo del acceso para peatones.

Como apoyo para alimentar equipos y herramientas portátiles, u otros elementos que hicieran falta cuando se trabaja en el interior del centro, se han instalado a 0,45 m del suelo dos tomas de corriente de 16 A a 230 V, con una demanda de potencia total de 1750 W.

Estas instalaciones secundarias estarán alimentadas por conductores de cobre H07V 450/750 V 1,5/1,5, dispuestos a través de canales protectores de PVC de 16 x 16 mm adosados al techo del CT.

Por último, se ha instalado en el interior del centro un extintor de eficacia 89B como marca la Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 14 en su capítulo 5 sobre otras prescripciones en instalaciones eléctricas de interior para este tipo de edificios prefabricados, además de un botiquín de primeros auxilios de pared.

1.11.4 Derivación individual

La derivación individual que parte del cuadro de baja tensión del centro de transformación hasta el cuadro general de distribución de la nave estará constituida por una línea RZ1 0,6/1 kV 3x300/240 mm² Cu/XLPE, dispuesta en canalización enterrada bajo tubo de PEAD (polietileno de alta densidad) de 315 mm de diámetro nominal a 0,65 m de profundidad.

El tubo irá dispuesto sobre un lecho de arena compactada de 5 cm de grosor y cubierto por una capa del mismo material de 8 cm, siguiendo las prescripciones de la norma UNE-EN 61386-24. La canalización, por tanto, tendrá unas dimensiones de 0,70 x 0,70 m tanto en anchura como en profundidad.

La disposición de la línea se puede ver en el plano 11 del documento de planos del proyecto.

1.12 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES INTERIORES

1.12.1 Introducción

Según la Guía Técnica de aplicación del REBT, en su apartado GUÍA-BT 19, estipula que las instalaciones interiores o receptoras tienen por finalidad principal la utilización de la energía eléctrica, pudiendo estar situadas tanto en el interior como en el exterior, con montaje aéreo, empotrado o enterrado, quedando fuera de esta premisa las redes de distribución.

Para el presente proyecto se han considerado como instalaciones interiores las siguientes partes de la instalación:

- Cuadro general de distribución y cuadros secundarios.
- Líneas de alimentación secundarias.
- Circuitos interiores de los receptores.
- Equipo de compensación de energía reactiva (alimentado por el CGD).
- Receptores tanto de fuerza como de alumbrado.
- Dispositivos de protección, equipos y aparataje situados aguas abajo del CGD.

1.12.2 Cuadro general de distribución (CGD)

El cuadro general de distribución tiene como objeto la recepción de la derivación individual del centro de transformación, para distribuir la alimentación hacia los cuadros secundarios y sus cargas, proporcionando una protección que impida que tanto la instalación como las personas pueden sufrir daños, a través de los dispositivos correspondientes alojados en su interior.

El modelo de cuadro elegido es el Schneider Electric Prisma Plus G IP30 (grado IP43 con accesorios) de 30 módulos con puerta transparente y cúpula, de medidas de base 600 x 205 mm y 1680 mm de alto. Irá instalado sobre el suelo y apoyado en la pared dentro de la sala CGD de la nave (ver plano 11).

Este armario deberá cumplir con los requisitos marcados por la normativa indicada en el apartado 5.2.4.7 del pliego de condiciones del presente proyecto.

1.12.3 Cuadros secundarios (CS)

Los cuadros eléctricos secundarios son los encargados de recibir la alimentación del cuadro general de distribución y repartirla a través de los circuitos interiores de las cargas que soportan, así como de proteger dichos circuitos mediante los dispositivos magnetotérmicos y diferenciales alojados en su interior.

Los modelos elegidos para estos cuadros y que cumplen con lo establecido por la normativa indicada en el apartado 5.2.4.7 del pliego de condiciones son para los cuadros secundarios 1, 2 y 3 el modelo Schneider Electric Pragma PRA35318 de 3 filas con 54 módulos totales, puerta transparente y grado de protección IP40 (medidas de base 486 x 109 mm y 660 mm de alto), y el modelo Schneider Electric Pragma PRA13814 de 4 filas con 96 módulos totales, puerta transparente y grado de protección IP40 (medidas de base 550 x 148 mm y 750 mm de alto). El montaje se hará para los CS1, CS2 y CS3 empotrados en la pared del taller a 1,1 metros del suelo, y para el CS4 se colocará adosado a la pared del hall de la planta baja a la misma altura. La distribución de todos ellos se puede ver en el plano 11 del documento correspondiente.

1.12.4 Líneas de alimentación secundarias (LAS)

Las líneas de alimentación secundarias parten del cuadro general de distribución hacia los cuadros secundarios y el equipo de compensación de reactiva.

Dichas líneas estarán constituidas por conductores de cobre RZ1 0,6/1 kV con distintas secciones, según los dimensionados hechos en el apartado 2.3.2 del documento de cálculos.

Los conductores irán alojados sobre bandejas de PVC perforadas y adosadas a la pared, que partirán desde la sala CGD hasta el taller y el hall PB.

La situación de las líneas se muestra en el plano 11 del documento planos del proyecto.

1.12.5 Circuitos interiores

Los circuitos interiores constituyen las líneas de alimentación que van desde los cuadros secundarios directamente hacia los receptores de la instalación.

Los conductores utilizados en estos tramos corresponden a dos tipologías con varias secciones acordes al dimensionado realizado en el apartado 2.3 del documento de cálculos. Estos modelos son el Prysmian RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu/XLPE y el RCT H07V-K 450/750 V Cu/PVC.

Las líneas que alimentan directamente a la maquinaria del taller irán alojadas en el interior de canales empotrados en el suelo del mismo a 0,6 m de profundidad, los cuales dispondrán de tapas de registro para realizar operaciones de mantenimiento. La alimentación para el alumbrado interior y de emergencia y para las tomas de corriente de la nave se hará mediante canalizaciones constituidas por tubos a través del falso techo, tubos empotrados en las paredes y canales protectores adosados al techo y/o paredes. Los circuitos que alimentan el alumbrado de exterior estarán compuestos por dos tramos de canalizaciones, uno a través de tubos empotrados en pared y el otro mediante tubos soterrados en la parcela de la nave a 0,65 m.

Todos los circuitos de alumbrado interior podrán ser accionados mediante interruptores unipolares dispuestos en cada local de la nave, salvo para los baños y el hall de la planta baja, que podrán ser accionados por pulsadores con indicadores luminosos.

La situación de los circuitos interiores se puede ver en los planos 4, 5, 6, 7 y 11 del documento correspondiente.

1.13 ILUMINACIÓN

1.13.1 Introducción

Uno de los puntos más importantes a la hora de obtener un buen rendimiento y confort en el trabajo es la calidad de la instalación luminotécnica. Son puntos clave tanto la elección de las luminarias como su situación dentro de cada sala para que, además de cumplirse los criterios establecidos por las normas correspondientes, la persona que va a desarrollar la actividad se sienta cómoda y con unas condiciones de luz óptimas.

La iluminación del entorno de trabajo puede ser proporcionada por luz natural, alumbrado artificial o una combinación de ambas. Por ello es importante a la hora de diseñar la

instalación tener en cuenta la disposición de las ventanas, puertas y demás elementos del edificio por los que pueda penetrar la luz natural.

1.13.2 Tipos de iluminación

Tanto en este proyecto como a nivel de las luminarias emitidas por los fabricantes y normativas del sector se pueden distinguir tres tipos de iluminación: interior, exterior y de emergencia.

La iluminación de interior será aquella en que las actividades laborales o trabajos vayan a realizarse en locales cerrados y cubiertos, ya sean de pública concurrencia o no, de modo que las luminarias a instalar se coloquen en el techo o mediante apliques de pared.

Como instalaciones de alumbrado exterior se engloban todas aquellas que están destinadas a iluminar zonas de dominio público o privado como carreteras y autopistas, calles, plazas, jardines, pasos para vehículos o personas, caminos, parques, etc. También se recogen en el REBT para este tipo de instalaciones las cabinas de teléfono, anuncios publicitarios, monumentos, mobiliario urbano o receptores que se conecten a esta clase de redes.

Las instalaciones de alumbrado de emergencia constituyen todas aquellas que alimentadas de forma independiente tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación de las personas, o la iluminación de elementos de seguridad como dispositivos de extinción de incendios.

Es importante distinguir entre los tres tipos ya que todas las normas e instrucciones complementarias enfocan cada una por separado, al igual que los fabricantes, que emiten catálogos diferenciados y los valores establecidos de niveles de iluminación por normativa no son iguales en cada caso. Además, las luminarias tienen unas características específicas para cada uso y tipo de instalación.

1.13.3 Definición y clasificación de las luminarias

De acuerdo a la definición dada por la Comisión Internacional de la Iluminación (CEI), las luminarias son aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los accesorios necesarios para su fijación, protección y conexión al circuito de alimentación.

Mediante los elementos que integran la luminaria es posible distribuir adecuadamente el flujo de luz de estas y determinar la proporción de luz directa o indirecta, así como ocultar o reducir los deslumbramientos que pueden provocar. En añadido, también pueden ir equipadas con elementos difusores que dispersan la luz y reducen los reflejos en las superficies pulidas del entorno, así como con superficies que reflejan y orientan el flujo luminoso.

De esta forma, las partes más importantes que conforman una luminaria estándar son las siguientes:

- Cuerpo o carcasa: también denominada armadura, es el elemento en el cual se alojan todos los componentes de la luminaria.
- Equipo eléctrico: conjunto de elementos necesarios para el arranque y funcionamiento de la lámpara. Difiere mucho dependiendo del tipo de tecnología que integre esta.
- Reflectores: superficies interiores de la lámpara que reflejan el flujo luminoso en la dirección deseada. Suelen incorporar una pantalla para evitar deslumbramientos.
- Difusor: carcasa o pantalla que encierra la lámpara. Se usa para difundir el haz de luz y evitar el deslumbramiento.
- Filtro: elemento acoplado al difusor que ajusta la radiación ultravioleta o infrarroja, polarización de la luz en un plano o alteración de los colores de la radiación.
- Refractores: superficies que modifican la distribución del flujo luminoso de la lámpara por refracción.
- Junta: elemento fabricado normalmente en goma que aporta el grado de estanqueidad requerido en cada caso. Muy importante en luminarias de exterior.

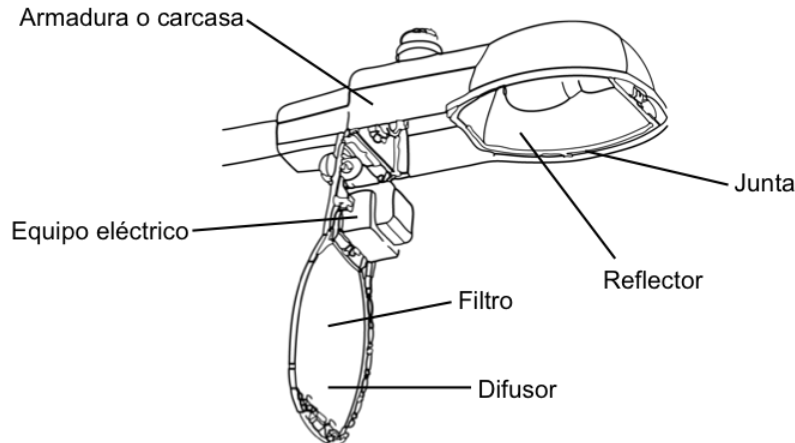


Imagen 1.13. Partes principales de una luminaria (Fuente: <http://grlum.dpe.upc.edu>).

Por lo tanto, mediante la elección adecuada de las luminarias se pueden controlar, en cierta manera, la distribución del flujo luminoso, el grado de deslumbramiento producido por la luminaria, el grado de direccionalidad y difusión de la luz.

Si se quiere establecer una clasificación de las luminarias hay que hacerla en base a varios criterios de diseño y tecnología, es decir, en base a cómo emite el flujo luminoso, a cómo es la apertura del haz cuando sale de ella y en qué tipo de tecnología se basa para emitir luz.

1.13.3.1 Clasificación según la emisión del flujo luminoso

Es importante resaltar que cada luminaria se fabrica de una manera específica de acuerdo a un uso o un rango de ellos que se le van a dar, por ello a veces interesa que parte del flujo luminoso se desvíe hacia el plano superior o que sea uniforme en todas direcciones. De acuerdo al porcentaje total de flujo distribuido por encima y por debajo del plano horizontal (flujo indirecto o directo respectivamente), las luminarias pueden emitir la luz de forma:

- Directa: la mayor parte del flujo se emite por debajo de la horizontal (a partir del 90%).
- Semi-directa: la mayor parte del flujo se emite por debajo de la horizontal (a partir del 60%) y un menor porcentaje por encima (hasta un 40%).
- General difusa: el flujo se emite de forma esférica y es uniforme en todas las direcciones desde la luminaria.
- Directa-indirecta: el flujo se distribuye equitativamente a ambos lados de la horizontal, en dos direcciones perpendiculares a esta.
- Semi-indirecta: la mayor parte del flujo se emite por encima de la horizontal (a partir del 60%) y un menor porcentaje por debajo (hasta un 40%).
- Indirecta: la mayor parte del flujo se emite por encima de la horizontal (a partir del 90%).

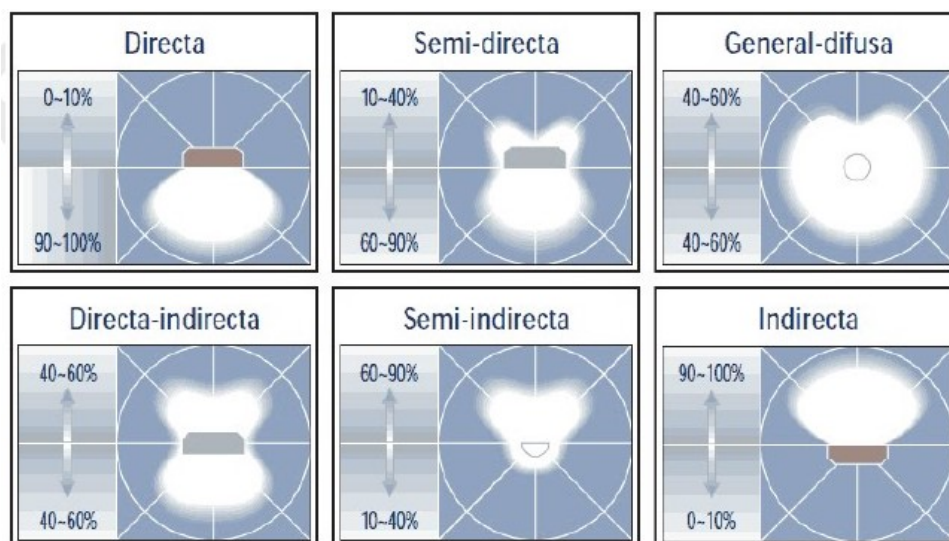


Imagen 1.14. Clasificación de las luminarias según su emisión del flujo luminoso

(Fuente: <http://www.vgatec.blogspot.com>).

1.13.3.2 Clasificación según la apertura del haz luminoso

Cuanto menor sea el ángulo del haz que emite la luminaria, mayor será el nivel de iluminación perpendicular a ella, disminuyendo la correspondiente a medida que nos alejamos. Por el contrario, si el ángulo del haz es mayor, llegará menos luz al suelo pero se distribuirá de manera más uniforme dentro del área correspondiente. Atendiendo a este ángulo de apertura, las luminarias se pueden clasificar en seis tipos:

- Intensiva: ángulo del haz hasta 30° .
- Semi-intensiva: ángulo del haz de 30° a 40° .
- Dispersora: ángulo del haz de 40° a 50° .
- Semi-extensiva: ángulo del haz de 50° a 60° .
- Extensiva: ángulo del haz de 60° a 70° .
- Súper-extensiva: ángulo del haz mayor de 70° .

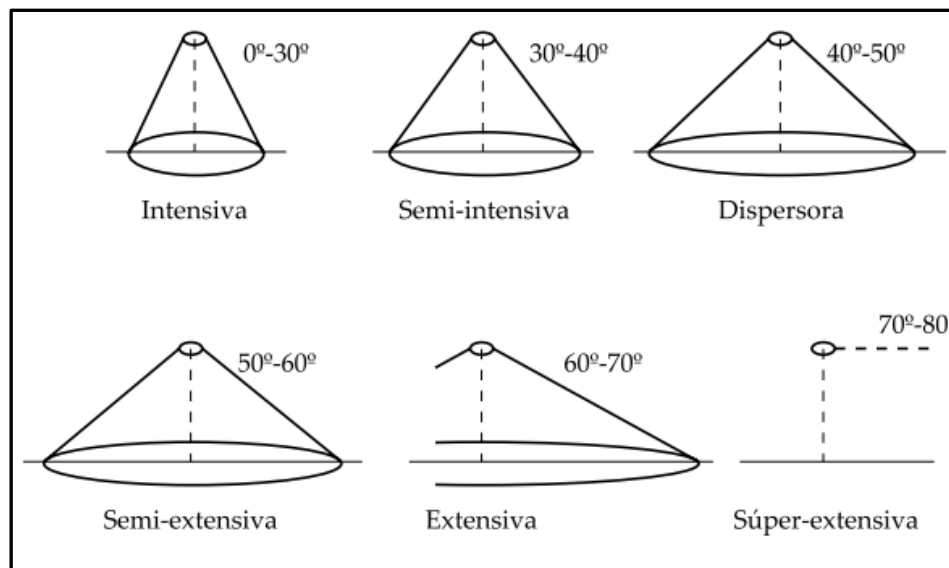


Imagen 1.15. Clasificación de las luminarias según la apertura del haz luminoso

(Fuente: <http://www.iluminacionunisimon2017.blogspot.com>).

1.13.3.3 Clasificación según la tecnología de la luminaria

El sector de las lámparas y la iluminación en general es muy amplio, y hoy en día existen muchos fabricantes con una extensa oferta de productos que se adaptan a cada situación y emplazamiento. Se siguen utilizando una gran variedad de tipos, aunque la tendencia del mercado es a utilizar cada vez más los leds, debido a su alta eficiencia y ahorro de energía a largo plazo.

Según la tecnología que implementa una luminaria, tendremos los siguientes tipos de lámpara, donde la mejor medida de la eficiencia de cada una se hace en base a los lúmenes (potencia lumínica) que arroja por vatio:

- Incandescente: funcionamiento muy simple, al circular corriente por un filamento de wolframio se produce luz por el efecto Joule. Son muy poco eficientes (15 lm/W) ya que solo el 15% de la electricidad es convertida en luz y el resto en calor. Está prohibida su fabricación y comercialización en la Unión Europea desde 2012. Pueden tener una vida útil de unas 1000 horas.
- Halógena: evolución de las incandescentes. El principio de funcionamiento es el mismo, pero se diferencia en que el filamento está dentro de un gas inerte y una cantidad pequeña de un halogenuro como bromo o yodo. Todo el conjunto se encuentra en equilibrio dentro de un compuesto de cuarzo, lo cual aumenta su vida útil hasta las 4000 horas y su rendimiento a 20 lm/W.
- Fluorescente: también denominadas de vapor de mercurio a baja presión. Constan de un tubo recubierto de polvos fluorescentes en su pared interior con dos casquillos a ambos lados donde se sitúan los electrodos. Al encender el interruptor, un cebador precalienta los electrodos y un balasto regula la corriente que pasa por estos. Se produce una reacción de los electrones con el vapor de mercurio a baja presión (inicialmente en estado líquido) y un gas inerte que se encuentran dentro del tubo, produciendo luz ultravioleta que en contacto con los polvos del tubo arroja radiación de luz visible. Su uso está popularizado y se les han añadido mejoras con los años como el balasto electrónico, pero son contaminantes como residuo. Pueden alcanzar las 6000 horas de vida útil y 80 lm/W de eficiencia.
- Fluorescente compacta: también llamadas LFC o de bajo consumo, aprovechan la tecnología de las fluorescentes siendo más pequeñas y manejables. La corriente pasa en primer lugar por un balasto electrónico que la rectifica a continua, para a través de un circuito oscilador convertirla de nuevo a alterna con frecuencia de 20 a 60 Hz. Cuando los filamentos se calientan por el paso de la corriente se crea un puente plasma entre éstos y el balasto genera una chispa para que se dé el arco eléctrico y se produzca una ionización del gas inerte del interior. El proceso restante es el mismo que el de las fluorescentes convencionales. Como su nombre indica consumen poca electricidad pero son contaminantes por el mercurio, y su vida útil puede llegar a las 8000 horas, con una eficiencia de 70 lm/W.
- De vapor de mercurio a alta presión: consisten en un tubo de descarga de cuarzo lleno de vapor de mercurio inicialmente líquido con dos electrodos principales y otro auxiliar para el encendido, que ioniza el gas inerte del interior del tubo. Una vez arrancadas

hay que esperar unos minutos a que se produzca la vaporización del mercurio y un incremento paulatino de su presión y de los valores del flujo luminoso hasta alcanzar los nominales. En contraposición con su larga vida útil (hasta 25000 horas) y, a pesar de lograr una eficiencia de 60 lm/W, este tipo de lámparas sigue siendo contaminante y su flujo va disminuyendo a lo largo de su uso. Además, tardan en encenderse y una vez apagadas necesitan unos minutos para volver a arrancar.

- De luz de mezcla: constituyen una combinación de las incandescentes con las de vapor de mercurio a alta presión, habitualmente también con un recubrimiento fosforescente en el interior. Al actuar el propio filamento de wolframio como estabilizador de la corriente no necesitan balasto, por lo que resultan adecuadas para la sustitución de incandescentes sin modificar la instalación. La depreciación del flujo y por tanto su vida útil viene marcada por la duración y consumo del filamento y por la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. Pueden llegar hasta las 6000 horas de vida útil, con unos 60 lm/W de eficiencia.
- De halogenuros metálicos: de manera similar a las de vapor de mercurio, su luz se genera dentro de un tubo compacto de cuarzo pasando un arco eléctrico a través de una mezcla de gases y produciéndose la descarga. Este tubo contiene una mezcla de argón, mercurio y una variedad de haluros metálicos, variando la temperatura y color de la luz en base a la composición de esa mezcla. Como desventajas el tiempo que tardan en encenderse del todo (hasta diez minutos) y la necesidad de un equipo auxiliar de arranque debido a la tensión que necesitan para ello (de 1500 a 5000 V). Sin embargo, tienen unas excelentes prestaciones cromáticas y una alta potencia que las hacen adecuadas para su uso en instalaciones deportivas, industriales, estudios de cine y TV, etc. Su vida media es de unas 10000 horas y su eficiencia de 100 lm/W.
- De inducción: son una combinación entre las de vapor de mercurio y las fluorescentes, por lo que se basan en la descarga de un gas inerte a baja presión. La principal diferencia respecto a estas es que se prescinde de los electrodos para originar la ionización, sustituyéndolos por una bobina de inducción sin filamentos y una antena acopladora cuya potencia proviene de un generador externo de alta frecuencia. Ambos elementos crean un campo electromagnético que induce la corriente eléctrica en el gas, provocando su ionización. Esta mejora aumenta la vida media de este tipo de lámparas hasta las 60000 horas y 80 lm/W. Como desventajas se destacan su alto coste, el equipo auxiliar que necesitan y que pueden provocar interferencias debido a al campo electromagnético que se produce.
- De vapor de sodio a baja presión: su funcionamiento es similar a las de vapor de mercurio, pero utilizando como elemento el sodio previamente líquido. Cuando se

cierra el interruptor empieza la descarga entre los electrodos del tubo de descarga (que tiene forma de U) a través del gas de arranque que lleve dentro. A medida que aumenta la temperatura, el sodio empieza a vaporizarse hasta que se inicia la descarga a través del vapor de sodio. La lámpara va pasando de emitir luz de un color rojizo a amarillento hasta que llega a su punto óptimo tras estabilizarse la descarga. Sus principales desventajas son su bajo rendimiento cromático, debido principalmente a esa luz amarilla provocada por la descarga del sodio, su tiempo de encendido y reencendido de varios minutos y la necesidad de un equipo auxiliar para su arranque. A pesar de ello, son una de las lámparas más eficientes que existen (hasta 175 lm/W) y pueden llegar a vivir nominalmente 8000 horas. Se suelen encontrar en alumbrados públicos tales como vías urbanas e interurbanas, autopistas o puertos.

- De vapor de sodio a alta presión: al igual que es las de vapor de mercurio y vapor de sodio a baja presión, estas lámparas consiguen emitir luz a partir de la descarga del vapor del elemento al que estén sometidos. Inicialmente necesitan reaccionar con otro vapor en el arranque, que suele ser xenón. En este caso, al estar el vapor de sodio sometido a alta temperatura y presión, se consigue aumentar el rendimiento cromático en decremento de la eficiencia (que sigue siendo buena, hasta 125 lm/W), emitiendo una luz más agradable. Su vida útil también es mayor, sobrepasando normalmente las 12000 horas. Como las de baja presión se usan sobre todo en alumbrado vial.
- Led: su funcionamiento es muy sencillo. El significado de led es de +carácter literal, ya que quiere decir diodo emisor de luz. A través del paso de una corriente específica por un material semiconductor este emite luz mediante la recombinación de los pares de portadores de carga del material del cual esté compuesto. Su alta eficiencia se eleva hasta los 120 lm/W y su vida útil hasta las 75000 horas.

1.13.4 Tecnología de las luminarias usadas en el proyecto

En la instalación llevada a cabo en la nave y la parcela, todas las luminarias interiores, exteriores y de emergencia que se han escogido tienen tecnología led. Esto se ha hecho debido a la cantidad de ventajas que tienen respecto a otro tipo de luminarias, teniendo por contra prácticamente solo el precio de la inversión:

- Ahorro energético debido al bajo consumo por luminaria (hasta un 80% menos que una luminaria halógena).
- Menor emisión de calor que otro tipo de luminarias.
- Su luz producida es nítida y brillante, ayudando al confort visual.
- Pueden emitir hasta 16 millones de colores distintos dependiendo del material que les constituya.

- Mayor durabilidad de las luminarias (75.000 horas frente a las 4.000 de una halógena).
- Facilidad de instalación y mantenimiento menor.
- Reducido tamaño, muy manejables.
- Mayor seguridad de la instalación respecto otras configuraciones, en gran parte debido a su funcionamiento en corriente continua.
- Posibilidad de regulación de la intensidad lumínica con control remoto.
- Al no tener filamentos como las incandescentes o halógenas, soportan golpes y vibraciones sin romperse.
- Son el tipo de luminarias más ecológico del mercado.
- Producen una baja contaminación lumínica en exteriores.
- Resisten bien la variaciones de la temperatura.
- No emiten radiaciones infrarrojas ni ultravioletas.

Led es un acrónimo inglés que significa literalmente diodo emisor de luz (light-emitting diode), por lo que su funcionamiento es tan sencillo como su nombre indica. A un material semiconductor se le aplica una tensión concreta entre sus dos terminales positivo (ánodo) y negativo (cátodo) y por el fenómeno de la electroluminiscencia se libera energía en forma de fotones. El color de la luz que se genera dependerá del ancho de la banda prohibida del semiconductor, por lo que este puede estar constituido por muchos compuestos.

Hay que destacar que pueden transformar hasta un 98% de su energía en luz y solo un 2% en calor por pérdidas, por lo que resultan altamente eficientes, y que funcionan con corriente continua, por lo que cada luminaria debe rectificar la corriente para adaptarla al consumo.

Una luminaria led sencilla suele estar compuesta de varios componentes necesarios para su funcionamiento:

- Casquillo: punto de unión de la luminaria a la red, necesario para que circule la corriente a través de ella.
- Carcasa o cuerpo: elemento físico que alberga a todos los componentes de la luminaria, y que por tanto determinará su volumen. Ayuda a la disipación del calor.
- Driver: fuente de alimentación que transforma los niveles de tensión y rectifica la corriente para que los leds pueden trabajar correctamente.
- Disipador de calor: elemento clave para el funcionamiento de la luminaria ya que si bien los leds no emiten calor la luminaria en su conjunto sí lo hace, y hay que evacuarlo para que la energía sea convertida en luz y se alargue la vida de los leds.
- Matriz o módulo led: placa donde van soldados los leds. Debido a que un solo led no emite una luz muy potente, es necesario que cada luminaria lleve instalados una agrupación de ellos.

- Módulo óptico: conjunto de lentes y difusor que distribuyen la luz uniformemente en un radio más amplio y eficiente.

A partir de ahí existen una gran cantidad de combinaciones y configuraciones para las luminarias led en base al uso que se destine, al fabricante, a las características de la instalación, etc.

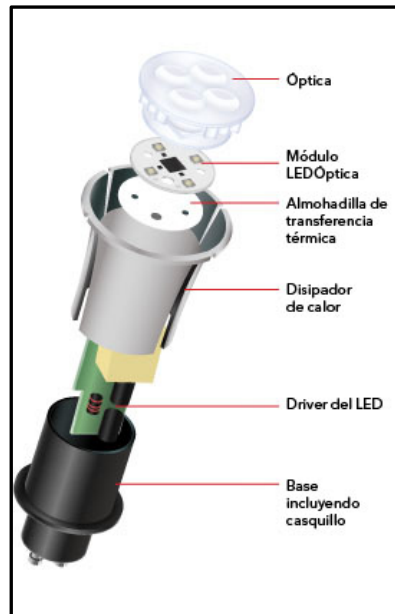


Imagen 1.16. Partes de una luminaria led sencilla (Fuente: www.verbatim.com).



Imagen 1.17. Luminaria led para exterior (Fuente: www.imnovesa.com).

1.13.5 Conceptos luminotécnicos importantes

A la hora de hacer un estudio sobre la iluminación de un entorno específico, hay que tener unos conocimientos previos sobre las características más importantes de una luminaria y la forma en que ilumina un área determinada, para así aplicar y tener en cuenta las normas

vigentes correspondientes. Algunos de los conceptos luminotécnicos más importantes que se han tenido en cuenta a la hora de realizar el estudio son los que siguen:

- Flujo luminoso: medida de la potencia luminosa emitida por una fuente en todo el espacio que le rodea, y que se mide en lúmenes (lm).
- Intensidad luminosa: cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido, la cual se mide en candelas (cd).
- Iluminancia: cantidad de flujo luminoso percibido en una superficie. Se mide en lux (lx), o lo que es lo mismo, en lúmenes por metro cuadrado (lm/m²).
- Luminancia: cantidad de intensidad luminosa que emite una fuente desde una dirección de observación, y que incide en una superficie determinada. Su unidad son las candelas por metro cuadrado (cd/m²).
- Índice de Reproducción Cromática (IRC o R_a): medida utilizada en relación a una fuente de luz para medir su capacidad de mostrar los colores de un objeto de manera real, tomando como referencia la luz natural. Toma valores de 0 a 100 (cuanto mayor mejor es el IRC).
- Iluminancia media mantenida (\bar{E}_m): valor en lux por debajo del cual no se permite que caiga la iluminancia en la superficie especificada.
- Iluminancia mínima (\bar{E}_{min}): valor mínimo en lux que alcanza la iluminancia en una superficie determinada.
- Iluminancia máxima (\bar{E}_{max}): valor máximo en lux que alcanza la iluminancia en una superficie determinada.
- Uniformidad luminosa o de iluminancia (U_o): cociente entre la iluminancia mínima y la iluminancia media de un área delimitada (\bar{E}_{min}/\bar{E}_m).
- Índice de Deslumbramiento Unificado: índice que valora el deslumbramiento molesto por el flujo emitido de una fuente y que suele oscilar entre 10 y 30 en interiores (denominado UGR) y entre 40 y 60 en exteriores (denominado GR).
- Factor de mantenimiento (F_m): valor que oscila entre 0 y 1 y que valora la capacidad de una luminaria para perder eficiencia por la suciedad que puede ir acumulando a lo largo de su uso. Depende de las características de mantenimiento de la lámpara, del mecanismo de control, del ambiente, del programa de mantenimiento y de la propia luminaria.

1.13.6 Iluminación interior

1.13.6.1 Introducción

El estudio y diseño de la instalación interior de iluminación se ha hecho en base a la norma principal que rige esta tipología de instalaciones, la norma UNE-EN 12464-1: 2012. En ella

se especifican, además de los niveles mínimos exigidos de iluminación que hay alcanzar en cada zona en base al trabajo a realizar, unos coeficientes y estándares que hay que cumplir.

La norma mencionada define unas tablas en las cuales, en base a la actividad o labor que se vaya a realizar en una zona interior, se deben cumplir unos valores mínimos de iluminancia media (\bar{E}_m), índice de rendimiento de colores (R_a) y de uniformidad luminosa (U_o). Además, en cada caso el UGR no puede exceder del valor específico dado.

Para la nave de este proyecto se han tenido en cuenta las actividades, coeficientes y valores de la siguiente tabla resumen, extracto de la norma UNE-EN 12464-1: 2012:


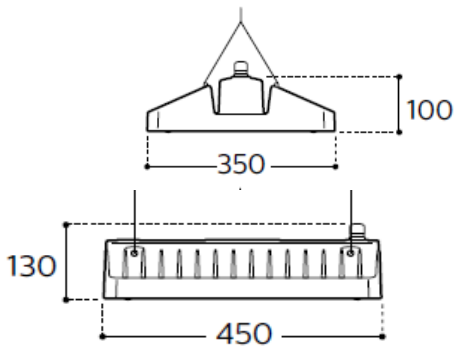
Sector	Ref. norma	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m(lx)$	UGR	U_o	R_a	Zonas de aplicación en la nave
Zonas de tráfico dentro de edificios	5.1.1	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	Hall PB, hall P1 y pasillo
Áreas generales dentro de edificios	5.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	0,40	80	Aseos PB, aseos P1 y vestuarios
Áreas generales dentro de edificios	5.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	200	25	0,40	60	Almacén
Actividades industriales y artesanales	5.18.4	Mecanización basta y media: tolerancias $\geq 0,1mm$	300	22	0,60	80	Taller
Actividades industriales y artesanales	5.20.4	Salas laterales, salas de condensadores, cuadros de interruptores, etc.	200	25	0,40	60	Sala CGD y CT
Oficinas	5.26.1	Archivo, copias, etc.	300	19	0,40	80	Archivo
Oficinas	5.26.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,60	80	Oficinas
Oficinas	5.26.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,60	80	Sala de reuniones
Oficinas	5.26.6	Mostrador de recepción	300	22	0,60	80	Recepción

Tabla 1.7. Resumen actividades y valores utilizados en la nave según la norma UNE-EN 12464-1: 2012.


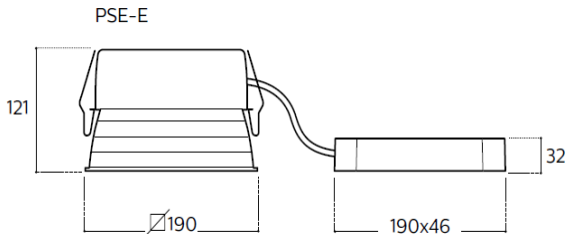
1.13.6.2 Características de las luminarias elegidas para el interior de la nave y el CT

A continuación se detallan las características más importantes de las luminarias que se han escogido para iluminar el interior de la nave en sus dos plantas y el centro de transformación (todos los datos e imágenes se han recogido del catálogo Philips de iluminación interior 2018):

- Philips BY470P 1xGRN130S/840 MB GC (GentleSpace gen2): un nuevo estándar en la iluminación led de gran altura. Con la introducción de la luminaria LED GentleSpace en 2011, Philips dio un paso de gigante en la iluminación de espacios de gran altura, al ofrecer una enorme reducción del consumo de energía, una larga vida útil y un diseño innovador. Ahora, con GentleSpace gen2, Philips sigue mejorando aún más: un coste total de propiedad mejorado, incluso en condiciones extremas con la versión GS-2 Xtreme, que puede usarse hasta a +60 °C o 100.000 horas de vida útil , ambos puntos garantizados por una protección integrada frente a sobrecalentamientos. Además, hay disponible una amplia variedad de opciones (diversidad de ópticas, colores RAL disponibles, opciones de montaje, materiales de cierre y versiones para zonas explosivas 2/22) a fin de garantizar una solución ideal para su aplicación. Asimismo, GentleSpace gen2 se puede equipar para su uso en un sistema de emergencia centralizado (PSED).


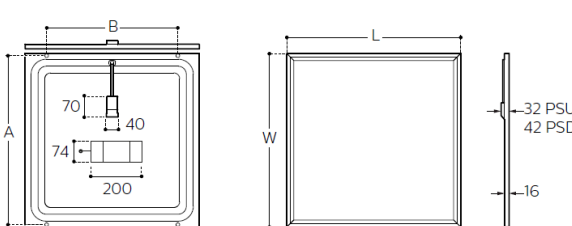
Características de la luminaria		Imagen y dimensiones en mm
Tecnología	Led	
Potencia (W)	87	
Flujo luminoso (lm)	13000	
R _a	80	
Temperatura de color (° K)	4000	
Vida útil (horas)	70000	
Eficiencia (lm/W)	149	
Grados de protección IP e IK	IP65, IK07	
Clase eléctrica	Clase I	
Tipo de montaje	Suspendida	
Aplicaciones usuales	Naves industriales, almacenes, feriales	

- Philips DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M (LuxSpace cuadrado): una luminaria led de alta eficiencia, comodidad visual y elegante diseño. Los clientes desean optimizar todos sus recursos y eso implica no solo sus costes de explotación (energía, etc.), sino también sus recursos humanos. Los ahorros energéticos son, en consecuencia, una prioridad, pero no deben tener un efecto adverso sobre el bienestar de los empleados, que necesitan un entorno agradable para ser más productivos, ni sobre los clientes, que desean disfrutar de su experiencia de compra. LuxSpace proporciona la combinación perfecta de eficiencia, comodidad y diseño sin renunciar al rendimiento lumínico (representación del color y uniformidad del color). Ofrece una amplia gama de opciones para crear el ambiente deseado, sea cual sea la aplicación.

Características de la luminaria		Imagen y dimensiones en mm
Tecnología	Led	
Potencia (W)	10,8	
Flujo luminoso (lm)	1200	
R _a	90	
Temperatura de color (° K)	3000	
Vida útil (horas)	70000	
Eficiencia (lm/W)	89	
Grados de protección IP e IK	IP20, IK02	
Clase eléctrica	Clase II	
Tipo de montaje	Empotrada	
Aplicaciones usuales	Oficinas, aeropuertos, comercios, hoteles	


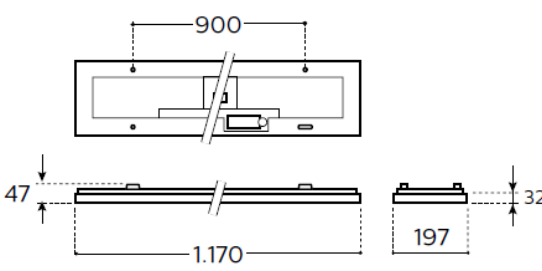
- Philips RC132V W60L60 1xLED34S/830 OC (CoreLine panel gen3): tecnología led que proporciona una luz uniforme de excelente calidad. Tanto si se trata de un nuevo edificio como de un espacio rehabilitado, los clientes prefieren soluciones de iluminación que combinen luz de calidad con un sustancial ahorro de energía y de mantenimiento. La nueva gama de productos led CoreLine Panel puede emplearse para sustituir las luminarias funcionales en aplicaciones generales de iluminación. Actualmente se encuentra disponible tanto en versión que cumple la normativa para

oficinas (OC) como en versión que no cumple dicha normativa (NOC). El proceso de selección, instalación y mantenimiento es muy sencillo.


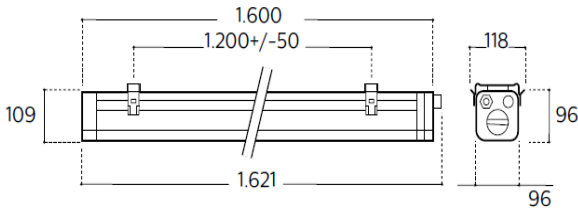
Características de la luminaria		Imagen y dimensiones en mm
Tecnología	Led	
Potencia (W)	36	
Flujo luminoso (lm)	3400	
R _a	80	
Temperatura de color (° K)	3000	
Vida útil (horas)	50000	
Eficiencia (lm/W)	94	
Grados de protección IP e IK	IP20/44, IK02	
Clase eléctrica	Clase I	
Tipo de montaje	Empotrada, adosada o suspendida	
Aplicaciones usuales	Oficinas, comercios, sanidad	

	L x W (mm)	A x B (mm)
RC132V	597x597	581x450
	597x297	450x281
	1197x297	1050x281


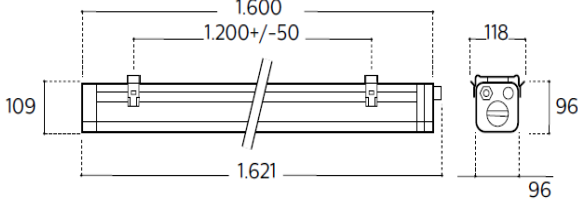
- Philips SM134V PSU W20L120 1xLED27S/840 NOC (CoreLine adosable o suspendida):** diseño extraplano para una instalación led discreta. Tanto si se trata de un nuevo edificio como de un espacio rehabilitado, los clientes prefieren soluciones de iluminación que combinen luz de calidad con un sustancial ahorro de energía y de mantenimiento. La luminaria CoreLine adosable o suspendida de la gama de productos CoreLine led puede emplearse para sustituir las luminarias de fluorescencia en aplicaciones generales de iluminación. El proceso de elección, instalación y mantenimiento es muy rápido y sencillo.

Características de la luminaria		Imagen y dimensiones en mm
Tecnología	Led	
Potencia (W)	27	
Flujo luminoso (lm)	2700	
R _a	80	
Temperatura de color (° K)	4000	
Vida útil (horas)	50000	
Eficiencia (lm/W)	123	
Grados de protección IP e IK	IP20, IK02	
Clase eléctrica	Clase I	
Tipo de montaje	Adosada o suspendida	
Aplicaciones	Iluminación general	

- Philips WT470C L1600 1xLED35S/840 WB (Pacific LED gen4):** excelente calidad de la luz con alta eficiencia. PacificLED gen4 es una luminaria led estanca, fiable y de alta eficiencia que ofrece una excelente calidad de luz con una distribución de luz uniforme sin franjas ni artefactos de color visibles. La gama proporciona una construcción modular para permitir una actualización y mantenimiento sencillos. El nuevo sistema óptico brinda iluminación sin distorsiones con una orientación visual mejorada, lo que la hace especialmente idónea para la industria en general, los almacenes y los aparcamientos. La gama también ofrece la opción de diversas ópticas para garantizar un esquema de iluminación optimizado para una amplia variedad de aplicaciones. Para aplicaciones industriales, PacificLED gen4 dispone de una arquitectura de producto abierta con acceso a la bandeja portaequipos sin necesidad de herramientas y un innovador diseño con conector integrado para una instalación rápida y sencilla. La abrazadera de montaje de una sola pieza garantiza que no haya pequeños componentes sueltos, lo que podría afectar al proceso de producción principal.

Características de la luminaria		Imagen y dimensiones en mm
Tecnología	Led	
Potencia (W)	24,5	
Flujo luminoso (lm)	3500	
R _a	80	
Temperatura de color (° K)	4000	
Vida útil (horas)	70000	
Eficiencia (lm/W)	140	
Grados de protección IP e IK	IP68, IK08	
Clase eléctrica	Clase I	
Tipo de montaje	Adosada	
Aplicaciones	Áreas industriales, almacenes, garajes	

- Philips WT470C L1600 1xLED64S/840 VWB (Pacific LED gen4): misma familia que la luminaria anterior, con distinto modelo de potencia, temperatura y flujo luminoso.

Características de la luminaria		Imagen y dimensiones en mm
Tecnología	Led	
Potencia (W)	46,5	
Flujo luminoso (lm)	6400	
R _a	80	
Temperatura de color (° K)	4000	
Vida útil (horas)	70000	
Eficiencia (lm/W)	140	
Grados de protección IP e IK	IP68, IK08	
Clase eléctrica	Clase I	
Tipo de montaje	Adosada	
Aplicaciones	Áreas industriales, almacenes, garajes	

1.13.6.3 Resumen de las soluciones adoptadas

La siguiente tabla muestra todas las luminarias utilizadas en el interior de la nave y el CT, con coeficiente de utilización la unidad y con sus respectivas potencias consumidas, cuya disposición se muestra en los planos 4 y 10 del documento de planos del proyecto:

LUMINARIAS DE INTERIOR UTILIZADAS						
	ZONA	MARCA	MODELO	Nº LUM	POT/LUM (W)	POTENCIA TOTAL (W)
PLANTA 1	Aseo Hombres	Philips	DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	4	10,8	43,2
	Aseo Mujeres	Philips	DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	4	10,8	43,2
	Archivo	Philips	RC132V W60L60 1xLED34S/830 OC	3	36	108
	Hall P1	Philips	DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	18	10,8	194,4
	Oficinas	Philips	RC132V W60L60 1xLED34S/830 OC	16	36	576
	Sala Reuniones	Philips	RC132V W60L60 1xLED34S/830 OC	9	36	324
PLANTA BAJA	Taller	Philips	BY470P 1xGRN130S/840 MB GC	18	87	1566
		Philips	WT470C L1600 1xLED64S/840 VWB	12	46,5	558
	Hall PB	Philips	DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	11	10,8	118,8
	Recepción	Philips	SM134V PSU W20L120 1xLED27S/840 NOC	6	27	162
	Sala CGD	Philips	RC132V W60L60 1xLED34S/830 OC	4	36	144
	Pasillo	Philips	SM134V PSU W20L120 1xLED27S/840 NOC	9	27	243
	Aseo Hombres	Philips	DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	4	10,8	43,2
	Aseo Mujeres	Philips	DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	4	10,8	43,2
	Vestuario Hombres	Philips	DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	14	10,8	151,2
	Vestuario Mujeres	Philips	DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	14	10,8	151,2
	Almacén	Philips	WT470C L1600 1xLED35S/840 WB	8	24,5	196
	Centro Transform.	Philips	WT470C L1600 1xLED35S/840 WB	2	24,5	49
				160		4714,4

Tabla 1.8. Resumen luminarias para interior utilizadas.

1.13.7 Iluminación exterior

1.13.7.1 Introducción

Para el estudio de la iluminación exterior se ha seguido la norma UNE-EN 12464-2: 2016. En ella se estipulan, al igual que para el caso de iluminación interior, los niveles mínimos de iluminancia media exigidos según la actividad que se vaya a llevar a cabo, así como una serie de pautas y valores que hay que cumplir a la hora de seleccionar las luminarias correspondientes.

Para la nave de este proyecto se han tenido en cuenta las actividades, coeficientes y valores de la siguiente tabla resumen, extracto de la norma UNE-EN 12464-2: 2016:

Sector	Ref. norma	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m (lx)	GR	U_o	R_a	Zona de aplicación en la parcela
Áreas generales y de limpieza en exteriores	5.1.1	Áreas reservadas exclusivamente para peatones	5	50	0,25	20	Aceras y accesos peatonales a la nave
Emplazamientos industriales y áreas de almacenamiento	5.7.1	Manipulación de corta duración de grandes unidades y materias primas, carga y descarga a granel	20	55	0,25	20	Zona de entrada al taller y de carga/descarga
Áreas de aparcamiento	5.9.2	Tráfico medio en áreas de aparcamiento (centros comerciales, edificios para oficinas, plantas, etc)	10	50	0,25	20	Acceso de vehículos y aparcamiento


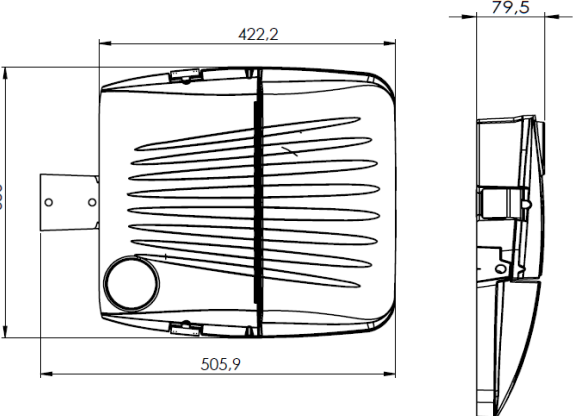
Tabla 1.9. Resumen actividades y valores utilizados en el exterior de la nave según la norma UNE-EN 12464-2: 2016.

1.13.7.2 Características de las luminarias elegidas para el exterior de la nave

Se han seleccionado dos tipos de luminarias para cubrir la iluminación en el exterior de la nave, es decir, en todo el área de la parcela que la delimita. A la hora de instalarlas, se han seguido dos pautas posibles, o bien colocadas directamente sobre la fachada de la nave a modo de proyección o bien colocadas sobre poste. Los dos modelos utilizados son los siguientes:


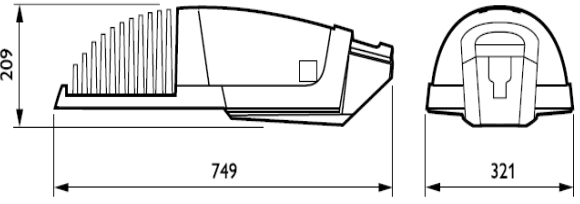
- GE ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C: la luminaria para exteriores ALIX LED ofrece características sobresalientes, estilo y atractivo factor de forma. Este último diseño

ofrece una excelente eficacia incluso en salidas de lúmenes más altas para satisfacer una amplia gama de necesidades de iluminación de área. Al usar tecnología óptica reflectiva, GE ofrece iluminancia superior horizontal y vertical con alta uniformidad, mientras minimiza el deslumbramiento a medida que aumentan los lúmenes del accesorio. Este sistema proporciona un brillo percibido inusualmente bajo cuando se ve desde debajo del accesorio cerca del nadir. El ALIX proporciona energía reducida combinada con una vida útil prolongada que prácticamente elimina los gastos de mantenimiento continuos, lo que permite importantes beneficios de costos operativos durante la vida útil de cada accesorio.

Características de la luminaria		Imagen y dimensiones en mm
Tecnología	Led	
Potencia (W)	140	
Flujo luminoso (lm)	17000	
R _a	70	
Temperatura de color (° K)	4000	
Vida útil (horas)	131000	
Eficiencia (lm/W)	120	
Grados de protección IP e IK	IP66, IK08	
Clase eléctrica	Clase I	
Tipo de montaje	Sobre poste o pared	
Aplicaciones usuales	Aparcamientos, zonas industriales, centros deportivos	

- Philips BGP340 1xLED92-3S/740 DM (Selenium LED):** simplemente eficiente, Selenium LED es una luminaria para iluminación de carreteras que proporciona un ahorro en el consumo energético de más del 60% respecto a las soluciones convencionales. Sus formas sencillas y redondeadas reducen su impacto visual durante el día y permiten integrarla en cualquier tipo de entorno. La tecnología LEDGINE presente en el interior de la luminaria garantiza una distribución de luz eficiente y uniforme, adecuada para la gama más amplia posible de aplicaciones.

Además, la instalación y el mantenimiento no pueden ser más sencillos: los conectores y el driver son accesibles directamente, sin necesidad de herramientas.

Características de la luminaria		Imagen y dimensiones en mm
Tecnología	Led	
Potencia (W)	71	
Flujo luminoso (lm)	7906	
R _a	70	
Temperatura de color (° K)	4000	
Vida útil (horas)	75000	
Eficiencia (lm/W)	111	
Grados de protección IP e IK	IP66, IK08	
Clase eléctrica	Clase II	
Tipo de montaje	Sobre poste	
Aplicaciones usuales	Viales urbanos e interurbanos, aparcamientos	

1.13.7.3 Resumen de las soluciones adoptadas

En la tabla de a continuación se muestran las luminarias para el exterior de la nave seleccionadas, con coeficiente de utilización la unidad, así como las potencias activas que consumen, cuya disposición se muestra en el plano 5 del documento de planos del proyecto:

LUMINARIAS DE EXTERIOR UTILIZADAS					
ZONA	MARCA	MODELO	Nº LUM	POT/ LUM (W)	POTENCIA TOTAL (W)
Parcela	GE	ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C	15	140	2100
	Philips	BGP340 1xLED92-3S/740 DM	7	71	497
			22		2597

Tabla 1.10. Resumen luminarias para exterior utilizadas.

1.13.8 Iluminación de emergencia

1.13.8.1 Introducción

Atendiendo a la ITC-BT 28 del REBT en su tercer apartado, las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen. Este tipo de alumbrado deberá ser automático con corte breve.

Tanto esta ITC como la norma UNE-EN 1838: 2016, que es la que rige este tipo de instalaciones, explican que existen varias clases de alumbrado de emergencia, con algunas diferenciaciones entre ellos:

- Alumbrado de reemplazamiento: también llamado alumbrado de emergencia de continuidad según la norma citada, es el que permite la continuidad de la actividades normales con seguridad una vez ha fallado la iluminación convencional. Es muy importante en salas de intervención, salas de tratamiento intensivo y curas, paritorios o urgencias, y se deberá activar una vez los niveles de iluminación caigan por debajo de los valores normales. En las zonas mencionadas se prescribe una duración mínima de 2 horas para este alumbrado, proporcionando un iluminancia mínima de 5 lux durante ese tiempo.
- Alumbrado de seguridad: llamado alumbrado de emergencia de evacuación por la norma UNE-EN 1838, su objetivo es garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tengan que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona. Estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este baje a menos del 70% de su valor nominal. Su instalación deberá ser fija y estar provista de fuentes de energía propias e independientes del grupo principal. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para cargarlo cuando la fuente propia de energía esté compuesta por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos. Dentro del alumbrado de seguridad, la instalación se puede dividir en tres subtipos o partes:
 - Alumbrado de evacuación: parte del alumbrado prevista para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o sean susceptibles de estar ocupados. Deberá poder funcionar mínimo durante 1 hora a partir del fallo y, en dichas rutas, el alumbrado deberá proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. Asimismo, en los puntos en los que

estén situados los equipos de protección contra incendios que necesiten utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre las iluminancias máxima y mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

- Alumbrado ambiente o antipánico: parte del alumbrado de seguridad que evita todo el riesgo de pánico y proporciona una iluminación ambiente adecuada que permite a las personas dentro del local tanto identificar y acceder a las rutas de evacuación como situar los posibles obstáculos. Este alumbrado tendrá que proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el área considerada, desde el suelo hasta una altura de 1 metro. La relación entre las iluminancias máxima y mínima será menor de 40, y deberá poder funcionar durante un tiempo mínimo de 1 hora.
- Alumbrado de zonas de alto riesgo: parte del alumbrado de seguridad prevista para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite interrumpir esos trabajos con seguridad para el operador y los otros ocupantes de la zona. Este alumbrado deberá proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% del valor nominal de la iluminancia normal, tomando el mayor de los valores. La relación entre las iluminancias máxima y mínima será como máxima 10, y deberá poder funcionar el tiempo necesario para la evacuación de la zona o trabajo peligroso una vez producido el fallo del equipo normal. Los trabajos que se van a realizar en la nave, así como la zona del taller en sí, no constituyen un entorno peligroso. Por ese motivo se ha decidido prescindir de esta parte de la instalación al no ser necesaria.

La ITC-BT 28 del REBT indica que el alumbrado de seguridad tiene carácter obligatorio en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- Recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- Recorridos generales de evacuación de las zonas destinadas a usos residenciales u hospitalarios, así como de las zonas con otros usos previstas para la evacuación de más de 100 personas.
- Aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos pasillos y escaleras que conduzcan desde ellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Locales que alberguen equipos generales de instalaciones de protección.
- Salidas de emergencia y señales de seguridad reglamentarias.

- Todos los cambios de dirección de las rutas de evacuación.
- Todas las intersecciones de pasillos con las rutas de evacuación.
- Exterior del edificio, junto a las salidas de emergencia.
- Cerca (2 m como máximo) de las escaleras, de manera que cada tramo de escalera reciba iluminación directa.
- Cerca (2 m como máximo) de cada cambio de nivel.
- Cerca (2 m como máximo) de cada puesto de primeros auxilios.
- Cerca (2 m como máximo) de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- Cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

Además, también se deberá instalar alumbrado de evacuación, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular si son para evacuación de edificios residenciales (exceptuando los unifamiliares), así como en las zonas clasificadas como de riesgo especial por el Código Técnico de Edificación en su artículo 19 de la norma básica de seguridad en caso de incendio (CTE-DB-SI):

- Cuartos de baterías de acumuladores de tipo no estanco centralizadas.
- Talleres de mantenimiento, almacenes de lencería, de mobiliario, de limpieza o de otros elementos combustibles cuando el volumen total de la zona sea mayor de 100 m³.
- Depósitos de basura y residuos cuando la superficie construida sea mayor de 5 m².
- Archivos de documentos, depósitos de libros, o cualquier otro uso para el que se prevea la acumulación de papel, cuando la superficie construida sea mayor de 25 m².
- Cocinas cuya superficie construida sea mayor de 50 m² y no estén protegidas con sistemas automáticos de extinción.
- Garajes y aparcamientos de uso público como máximo de 5 vehículos y todos los de uso privado.
- Trasteros de viviendas cuando su superficie total construida sea mayor de 50 m².
- Imprentas y locales anexos cuando el volumen construido sea mayor de 100 m².
- Reprografías y locales anexos cuando el volumen construido sea mayor de 200 m².
- Zonas destinadas a la destrucción de documentación cuando su superficie construida sea mayor de 15 m².
- Laboratorios y talleres de centros universitarios y de formación profesional dependiendo de la cantidad y peligrosidad de los productos utilizados y el riesgo de los procesos en que se utilicen dichos productos (a criterio del autor del proyecto).

- Locales comerciales con almacenes que contengan productos combustibles en los que la carga de fuego total aportada por estos sea superior a 50000 MJ.


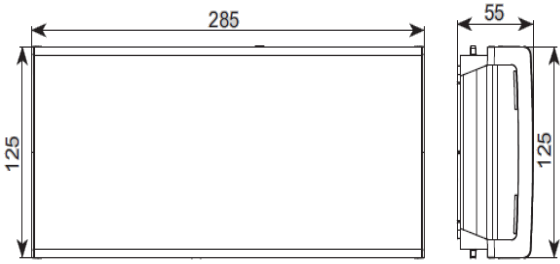
En lo que al alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo se refiere, solo se instalará en aquellas zonas que así lo requieran.

1.13.8.2 Características de las luminarias de emergencia elegidas

Las luminarias led para alumbrado de emergencia que sean elegido corresponden todas a la misma familia URA34 LED de Legrand. Dentro de esa familia, las luminarias únicamente se diferencian en su flujo lumínico, potencia y autonomía de 1 o 2 horas.

Según su fabricante, estas luminarias de emergencia incorporan tecnología led como fuente luminosa que maximiza el flujo y la eficiencia haciendo innecesarias las reposiciones de lámpara a lo largo de la vida del producto (100.000 h frente a 8.000 h de tubo fluorescente). Además, poseen una batería de níquel-metal hidruro reciclable sin cadmio y con régimen de carga muy eficiente y, al hacer uso de una fuente conmutada, se reduce el consumo, el calor generado y la vida útil del producto.

La instalación se puede hacer en distintas fases evitando así posibles daños durante la obra, y las soluciones disponibles son empotradas en pared o techo, con placa de señal de seguridad o instaladas sobre superficie.

Características de la URA34 LED		Imagen y dimensiones en mm
Tecnología	Led	
Potencia (W)	8, 11	
Flujo luminoso (lm)	100, 150, 200, 350, 450	
Batería y tiempo de carga (horas)	Ni-MH, 24	
Vida útil (horas)	100000	
Autonomía (horas)	1, 2	
Grados de protección IP e IK	IP42, IK07	
Clase eléctrica	Clase II	
Tipo de montaje	Empotrable, con placa, en superficie	
Aplicaciones usuales	Alumbrado de emergencia	

1.13.8.3 Resumen de las soluciones adoptadas

A continuación se muestra un listado de todas las luminarias de emergencia que se han instalado en la nave y en el CT, con coeficiente de utilización la unidad, junto a sus potencias activas consumidas, cuya disposición se muestra en los planos 6 y 10 del documento de planos del proyecto:

LUMINARIAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS						
	ZONA	MARCA	MODELO	Nº LUM	POT/ LUM (W)	POTENCIA TOTAL (W)
PLANTA 1	Sala reuniones	Legrand	URA34 LED/150 lum 1 h	1	8	8
		Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	1	8	8
	Oficinas	Legrand	URA34 LED/150 lum 1 h	1	8	8
		Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	2	8	16
	Archivo	Legrand	URA34 LED/100 lum 1 h	1	8	8
		Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	1	8	8
	Aseo Hombres	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	1	8	8
	Aseo Mujeres	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	1	8	8
PLANTA BAJA	Hall P1	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	1	8	8
		Legrand	URA34 LED/350 lum 1 h	1	11	11
	Hall PB	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	3	8	24
		Legrand	URA34 LED/350 lum 1 h	1	11	11
	Recepción	Legrand	URA34 LED/350 lum 1 h	1	11	11
		Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	2	8	16
	Sala CGD	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	3	8	24
	Pasillo	Legrand	URA34 LED/350 lum 1 h	3	11	33
	Vestuario Hombres	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	3	8	24
	Vestuario Mujeres	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	3	8	24
	Aseo Hombres	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	1	8	8
	Aseo Mujeres	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	1	8	8
	Almacén	Legrand	URA34 LED/200 lum 1 h	1	8	8
		Legrand	URA34 LED/350 lum 1 h	2	11	22
	Taller	Legrand	URA34 LED/100 lum 1 h	2	8	16
		Legrand	URA34 LED/350 lum 1 h	4	11	44
		Legrand	URA34 LED/450 lum 1 h	7	11	77
CT	Centro Transform.	Legrand	URA34 LED/150 lum 1 h	4	8	32
				52		473

Tabla 1.11. Resumen luminarias de emergencia utilizadas.

1.14 PROTECCIONES PARA BAJA TENSIÓN

1.14.1 Introducción

Cualquier instalación eléctrica, independientemente de si es de alta o baja tensión, debe estar correctamente protegida por elementos y medidas especiales que eviten que tanto todas sus partes que la componen como las personas puedan sufrir daños.

De este modo, en una instalación se puede abordar el tema de la protección desde 4 puntos distintos, diferenciando si el daño a evitar es a una parte o al conjunto de la instalación (protección contra sobreintensidades y sobretensiones), o a las personas (protección contra contactos directos e indirectos):

- Protección contra sobreintensidades: producidas por sobrecargas, cortocircuitos o descargas atmosféricas que si no se atajan pueden dañar seriamente la instalación.
- Protección contra sobretensiones: limitan o eliminan los efectos de estas tensiones que pueden ser de carácter transitorio, transmitiéndose por las redes de distribución a causa de descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas, o bien permanente, tras la ruptura del neutro o fallos en los centros de transformación y subestaciones.
- Protección contra contactos directos: medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros del contacto con las partes activas de la instalación.
- Protección contra contactos indirectos: medidas que protegen a las personas de los riesgos del contacto con partes de la instalación que se han puesto bajo tensión debido a fallos de aislamiento.

Es importante distinguir entre cada tipo de protección para que los dispositivos y medidas adoptadas actúen correctamente en cada caso y para cada fenómeno que pueda ocurrir.

1.14.2 Protección contra sobreintensidades

Tal y como señala la ITC-BT 22 del REBT, todo circuito deberá estar protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en él, contando con que su interrupción se realizará en un tiempo conveniente o que estará dimensionado acorde a la aparición de estas corrientes, debidas principalmente a sobrecargas, cortocircuitos o descargas atmosféricas.

De esta manera, si tenemos sobrecargas en la instalación, el límite de intensidad de corriente admisible que circule por un conductor tendrá que estar garantizado por los dispositivos de protección correspondientes, que podrán ser interruptores automáticos de corte onipolar con curva térmica de corte, cortocircuitos fusibles calibrados o una combinación de ambos.

La misma instrucción técnica citada dictamina que en el origen de todo circuito se deberá establecer al menos un dispositivo de protección contra cortocircuitos con una capacidad de corte acorde con los niveles de corrientes que puedan presentarse. Cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, el reglamento admite la protección de todos ellos con un solo dispositivo general contra cortocircuitos mientras cada uno de ellos disponga de su protección particular contra sobrecargas. Los fusibles correctamente calibrados según las exigencias de la instalación y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar son los dispositivos admitidos para la correcta protección contra cortocircuitos.

Cabe señalar que la norma UNE-HD 60364-4-43 define la aplicación de las medidas de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, indicando en cada caso la necesidad de su emplazamiento en la instalación, de acuerdo al tipo de esquema de distribución que tengamos, así como al número de fases y neutro y sus secciones, como se puede apreciar en la tabla 1.12. En ella, P indica que debe preverse un dispositivo de protección sobre el conductor correspondiente, y P(*) indica por defecto lo mismo, atendiendo a una serie de condiciones y excepciones marcadas por la norma.

Circuitos	3 F + N								3 F			F + N		2 F	
	SN ≥ SF				SN < SF										
Esquemas	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
TN-C	P	P	P	-	P	P	P	-	P	P	P	P	-	P	P
TN-S	P	P	P	-	P	P	P	P(*)	P	P	P	P	-	P	P
TT	P	P	P	-	P	P	P	P(*)	P	P	P(*)	P	-	P	P(*)
IT	P	P	P	P(*)	P	P	P	P(*)	P	P	P	P	P(*)	P	P(*)

Tabla 1.12. Aplicación de las medidas de protección (Fuente: ITC-BT 22 del REBT).

1.14.3 Protección contra sobretensiones

En toda instalación eléctrica pueden aparecer sobretensiones que pueden dañar los circuitos y receptores de la misma si no se protegen adecuadamente. Estas tensiones elevadas pueden ser transitorias, alcanzando valores pico muy peligrosos del orden de kV y unos microsegundos de duración, o permanentes, cuando los valores rebasan ligeramente el de la tensión nominal y se alargan en el tiempo durante una serie de periodos o indefinidamente.

Las sobretensiones transitorias pueden ser producidas por descargas atmosféricas (rayos), conmutaciones de redes o defectos en la instalación, siendo la primera causa la que mayores daños puede provocar debido a los altos valores de tensión que se dan en un intervalo de tiempo tan breve. Es por ello por lo que, cuando se dimensiona la instalación en este ámbito, se suele tener en cuenta los requisitos de protección contra sobretensiones atmosféricas pues estos garantizan la protección contra el resto de sobretensiones que pudieran originarse.

Dependiendo de la zona de caída del rayo se pueden distinguir sobretensiones conducidas, si cae directamente sobre la línea o instalación, inducidas, cuando cae en una zona de proximidad de la instalación (normalmente hasta 50 m de distancia), o con aumento del potencial de tierra, si cae directamente sobre el terreno o sobre una estructura conectada a tierra.

La instrucción técnica ITC-BT 23 del REBT contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está recomendada en una instalación ya que, a diferencia de la protección contra sobreintensidades que es de carácter obligatorio, esta no lo es, dependiendo su prescripción en base a diversos factores como el nivel isoceráunico estimado (niveles promedio de días con tormenta al año), el tipo de líneas y acometidas aéreas o subterráneas, proximidad de transformadores, etc.

El reglamento distingue por tanto entre dos situaciones que pueden darse:

- Situación natural: cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación, normalmente debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad. En este caso se considera que la resistencia de los equipos a las sobretensiones es suficiente como para no requerir una protección contra sobretensiones transitorias suplementaria.
- Situación controlada: cuando se prevé cierto riesgo de aparición de sobretensiones, debido a que la instalación se alimenta o incluye algún tramo con líneas aéreas con conductores desnudos o aislados. También se considera este supuesto cuando se tiene una situación natural en la que es conveniente o recomendable la instalación de dispositivos de protección para dar mayor seguridad, debido por ejemplo al deseo de dar continuidad al servicio, al valor de los equipos a proteger, a las pérdidas cuantiosas que pudieran darse, etc. Además, la Guía Técnica de aplicación del REBT, en su disposición GUÍA-BT 23 establece como recomendable su instalación en aquellas provincias españolas con al menos 20 días de tormenta al año y muy recomendable con al menos 25.

La ITC-BT 23 también determina una serie de categorías de sobretensiones transitorias que permiten distinguir entre los diversos grados de tensión soportada en cada parte de la

instalación, receptores y equipos. Estas indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben tener los equipos, a la vez que determinan el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos. La reducción a niveles inferiores a los indicados en cada categoría para las sobretensiones de entrada se consigue con una tipología de protección en cascada a tres niveles (basta, media y fina), logrando una tensión residual no peligrosa para los equipos y una capacidad de derivación de energía que prolonga la vida y efectividad de los dispositivos de protección.

Lo que se logra con una correcta selección de estas categorías es una coordinación del aislamiento de la instalación, reduciendo el riesgo de fallos y proporcionando un mejor control de las sobretensiones que aparezcan:

- Categoría I: aplicada a equipos conectados de manera fija a la red y que son muy sensibles a las sobretensiones, como pueden ser ordenadores o aparatos electrónicos. Las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger para limitar las sobretensiones dentro de unos niveles específicos.
- Categoría II: aplicada a equipos destinados a ser conectados a una instalación eléctrica fija como electrodomésticos o herramientas y maquinaria portátil.
- Categoría III: aplicada a equipos y materiales de la instalación eléctrica fija y a otros equipos que requieren un alto nivel de fiabilidad, como pueden ser los armarios de distribución, embarrados, apartamentas, cableado o motores fijos.
- Categoría IV: aplicada a equipos y materiales conectados en el origen de la instalación o próximos a él, como los contadores de energía, equipos principales de protección contra sobreintensidades, aparatos de medida, etc.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN (V)		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (KV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	- -	6	6	4	2,5

Tabla 1.13. Tensiones soportadas a impulsos prescritas por el REBT según categoría
(Fuente: ITC-BT 23 del REBT).

1.14.4 Protección contra contactos directos e indirectos

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión define los contactos directos como aquellos que producen las personas o animales con las partes activas de la instalación, mientras que los indirectos son aquellos que se producen con las partes de la instalación que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.

La norma UNE-HD 60364-4-41, recogida por la ITC-BT 24 del REBT, describe los medios de protección a considerar para prevenir los peligros derivados de contactos directos, que son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas: estas partes deberán estar recubiertas de un aislante que solo pueda ser eliminado a través de su destrucción. No se consideran como tal las pinturas, barnices y productos similares.
- Protección por medio de barreras o envolventes: las partes activas deberán estar situadas en el interior de sus envolventes o detrás de las barreras que posean un grado de protección mínimo IPXXB, según lo establecido por UNE-EN 60529, fijándose de manera robusta y segura y con una durabilidad suficiente para proteger esas partes con tensión manteniendo los grados de protección y requisitos de seguridad teniendo en cuenta los factores externos. Si estos elementos son fácilmente accesibles, sus superficies superiores deberán tener un grado mínimo de protección IP4X o IPXXD. Cuando se necesite quitar barreras o abrir las envolventes, esto solo será posible bien con la ayuda de una herramienta o llave, bien después de quitar tensión de estas partes activas a proteger, o bien si existe una segunda barrera que impida el acceso y con una protección mínima IP2X o IPXXB.
- Protección por medio de obstáculos: medida que no garantiza una completa protección y cuya aplicación atiende a los locales de servicio eléctrico solo accesibles por personal autorizado. Estos obstáculos deberán impedir un acercamiento físico no intencionado a las partes activas o los contactos no intencionados con dichas partes en intervenciones en equipos con tensión durante el servicio.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento: al igual que la medida anterior, no proporciona una protección total y también se limita a locales con acceso únicamente a personal autorizado. Esta puesta de alcance por alejamiento está únicamente destinada a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, definiéndose un espacio o zona segura de movimiento llamada volumen de accesibilidad en el que las personas pueden permanecer o circular aun con los brazos extendidos, con unos límites por convenio como muestra la imagen 1.18. Cuando este

espacio está limitado por un obstáculo con grado de protección inferior a IP2X o IPXXB, el volumen de accesibilidad comienza a partir de él.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual: medida de protección destinada a complementar las anteriores, pues no constituye por sí misma una medida completa y requiere el empleo de las citadas en los párrafos superiores. Por tanto, el empleo de dispositivos DDR con una corriente diferencial asignada igual o menor de 30 mA se considera como medida adicional en caso de fallo de otras medidas de protección contra contactos directos o en caso de imprudencia de un usuario. Cuando se prevea que las corrientes residuales pueden tener carácter no senoidal, los dispositivos DDR a utilizar serán siempre de clase A.

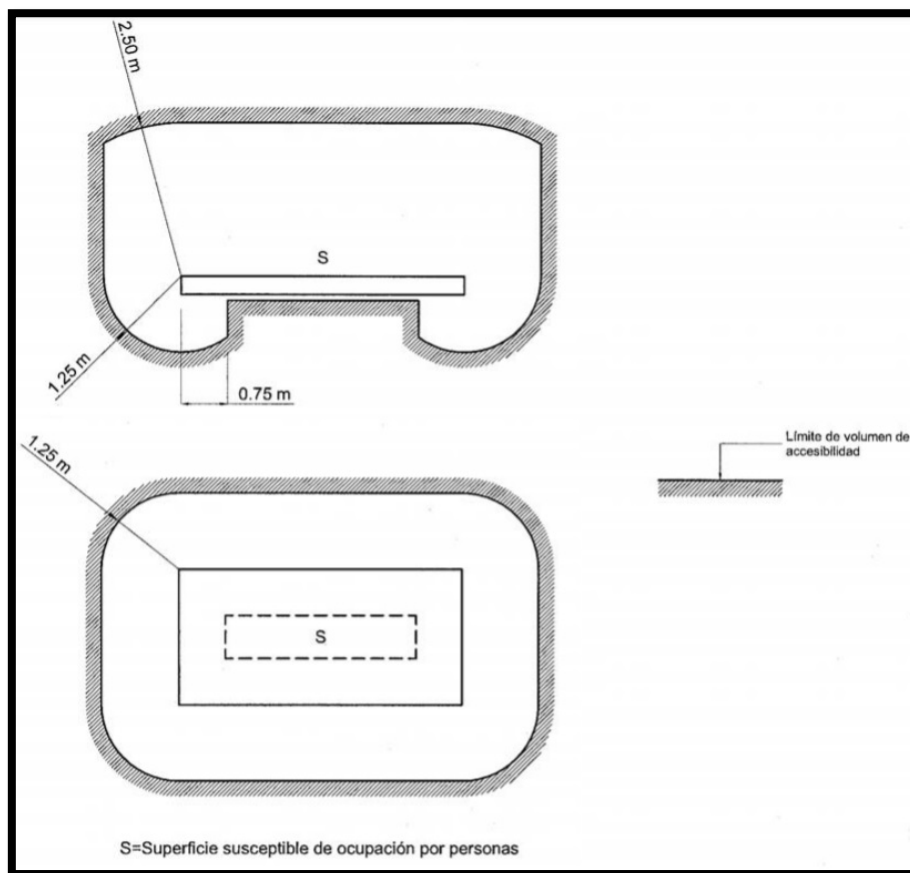


Imagen 1.18. Límites del volumen de accesibilidad

(Fuente: GUÍA-BT 24 de aplicación del REBT).

Lo mismo ocurre con las medidas de protección contra contactos indirectos, también recogidas por la ITC-BT 24 del REBT:

- Protección por corte automático de la alimentación: esta medida está destinada a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un

tiempo lo suficientemente largo como para que constituya un riesgo. Se suele aceptar como tensión límite eficaz 50 V en alterna en condiciones normales, rebajados hasta los 24 V en otras condiciones más restrictivas. Cabe resaltar que debe existir una buena coordinación entre el esquema de distribución de la instalación y las características de los dispositivos de protección. Al tener en el presente proyecto un esquema TT, la norma UNE-HD 60364-4-41 establece que todas las masas de los equipos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben estar conectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra, poniendo igualmente a tierra el neutro de cada generador y transformador, y cumpliéndose que $R_t \cdot I_d \leq V_c$ (siendo R_t la resistencia total de tierra, I_d la sensibilidad del dispositivo y V_c la tensión de contacto límite). Los dispositivos de protección utilizados en TT son los DDR o los dispositivos de protección de máxima corriente como fusibles o interruptores automáticos cuando la resistencia de tierra tiene un valor muy bajo.

- Protección mediante empleo de equipos de clase II o aislamientos equivalentes: se asegura la protección con el uso de equipos con doble aislamiento o refuerzo (clase II), con aparamenta construida en fábrica y aislamiento equivalente o con aislamientos suplementarios o de refuerzo montados en el curso de la instalación eléctrica que aíslan equipos o partes activas de acuerdo a la norma UNE-HD 60364-4-41.
- Protección en los locales o emplazamientos no conductores: medida destinada a impedir el contacto simultáneo con partes que puedan ser puestas a tensiones diferentes en caso de un fallo de aislamiento de las partes activas. Según la norma UNE-HD 60364-4-41 se admite para este fin el uso de materiales de clase eléctrica 0 siempre que las masas estén dispuestas de manera que las personas no puedan hacer contacto simultáneo y que en estos locales no haya conductores de protección. Estas condiciones quedarán satisfechas si el emplazamiento posee paredes aislantes (resistencia mínima de 100 k Ω para instalaciones con tensión nominal mayor de 500 V) y cumple alguna de las medidas impuestas por la norma en cuanto a alejamiento de las masas y elementos conductores, interposición de obstáculos o disposición aislada de los elementos conductores.
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra: los conductores equipotenciales deberán conectar todas las masas y partes conductoras que sean accesibles de manera simultánea. Esta conexión local no puede enlazarse a tierra ni directa ni indirectamente.
- Protección por separación eléctrica: medida que indica que el circuito deberá alimentarse a través de una fuente de separación constituida por un transformador de aislamiento o una fuente que asegure un grado de seguridad equivalente al

transformador. La norma UNE-HD 60364-4-41 describe las prescripciones que garantizan esta protección. Para el caso de un circuito que alimente varios aparatos, se deberá tener en cuenta que las masas se conectarán entre sí mediante conductores de equipotencialidad sin enlazarse a tierra, que las bases de las tomas de corriente tendrán siempre un contacto de tierra unido a los conductores anteriores, que todos los cables flexibles de equipos con clase inferior a la clase II deberán proveerse de un conductor de equipotencialidad y que en el caso de producirse dos fallos francos en redes TN deberá existir un dispositivo de protección que garantice el corte en un tiempo acorde a lo establecido a la norma.

1.14.5 Tipos de dispositivos de protección

Los principales dispositivos que se utilizan para proteger las instalaciones eléctricas y a las personas son los siguientes:

- Fusible: dispositivo más antiguo en la protección de posibles fallos contra los circuitos eléctricos, con un largo desarrollo desde el siglo XIX. Este aparato abre un determinado circuito en caso de sobrecarga o cortocircuito, mediante la fusión por arco eléctrico en su interior de un elemento en forma de alambre o lámina (de cobre, plata o zinc), siendo posteriormente apagado por un material de relleno (usualmente sílice). Actualmente está en desuso debido que es menos eficiente que otros dispositivos como los magnetotérmicos, y a la desventaja que tiene al tener que sustituirlo una vez utilizado.
- Interruptor automático o disyuntor (IA): aparato de maniobra y protección que permite abrir un circuito de forma manual con la corriente nominal, y también automáticamente si se da algún tipo de defecto como sobrecargas, cortocircuitos, corrientes de fuga, sobretensiones, tensiones mínimas, etc. Los más frecuentes son:
 - Magnético: IA que utiliza un electroimán para abrir el circuito si se dan sobreintensidades de alto valor o de cortocircuito. En funcionamiento normal, la corriente fluye por la bobina del electroimán creando un campo magnético débil, permaneciendo el circuito cerrado por una lámina unida a un resorte. Cuando esta sobrepasa unos valores de entre 3 y 20 veces la nominal, denominada corriente de actuación, el campo creado es lo suficientemente fuerte como para atraer hacia sí dicho lámina y abrir el circuito.
 - Térmico: elemento de protección que reacciona ante sobreintensidades ligeramente superiores a la nominal, basando la desconexión del circuito en la deformación de una lámina bimetálica al paso de estas corrientes. Dicha lámina está compuesta por dos metales soldados entre sí de diferente

coeficiente de dilatación, permitiendo su curvatura debido al calor por el efecto Joule de la intensidad, y provocando la apertura del circuito. El relé térmico, muy utilizado para la protección de motores contra sobrecargas prolongadas, se basa en este mismo principio, con la salvedad de que el circuito de potencia se controla a través de un contactor.

- Magnetotérmico: IA que combina las tecnologías del disyuntor magnético y del térmico (sistemas de desconexión en modo manual y automático) y que protege la instalación, al igual que los fusibles, de sobrecargas y cortocircuitos, resultando un dispositivo muy completo. Está constituido básicamente por una lámina bimetálica en serie con un electroimán por los que fluye la corriente. Un tipo de magnetotérmico muy utilizado es el guardamotor, especialmente diseñados para proteger motores eléctricos.
- Diferencial (ID): este interruptor, también llamado dispositivo diferencial residual (DDR), es un aparato diseñado para la protección de las personas frente a los contactos directos e indirectos. La apertura del circuito se realiza al detectar una corriente de defecto superior a su umbral de sensibilidad. Si se produce una corriente de fuga, por ejemplo debido a un fallo de aislamiento, desaparece el equilibrio de flujos que había previamente en su transformador toroidal, apareciendo un flujo diferencial en este, el cual genera una tensión en el devanado secundario que, a través del relé de disparo, acciona el desenclavamiento mecánico abriéndose el circuito. Los diferenciales suelen tener un botón de teste conectado a un circuito de prueba que permite comprobar si se encuentran en buen estado, factor notable debido a la importancia de estos dispositivos en las instalaciones eléctricas. Para usos industriales con mayores corrientes se suelen usar también relés diferenciales, basados en el mismo principio de detección de intensidades residuales a través de un núcleo toroidal.
- Protector de sobretensiones: también llamado SPD o protector eléctrico, es un dispositivo diseñado para proteger a los aparatos eléctricos conectados a la red de los daños derivados de las sobretensiones que pudieran producirse. Se dividen en protectores contra sobretensiones transitorias (del orden de kV y μ s), los cuales tienen una velocidad de corte muy alta y actúan como interruptores controlados por tensión que derivan las intensidades de defecto a tierra, y los protectores contra sobretensiones permanentes (sobre el 10% de la nominal y larga duración), los cuales tienen un retardo mayor y desconectan la instalación en vez de derivar a tierra.

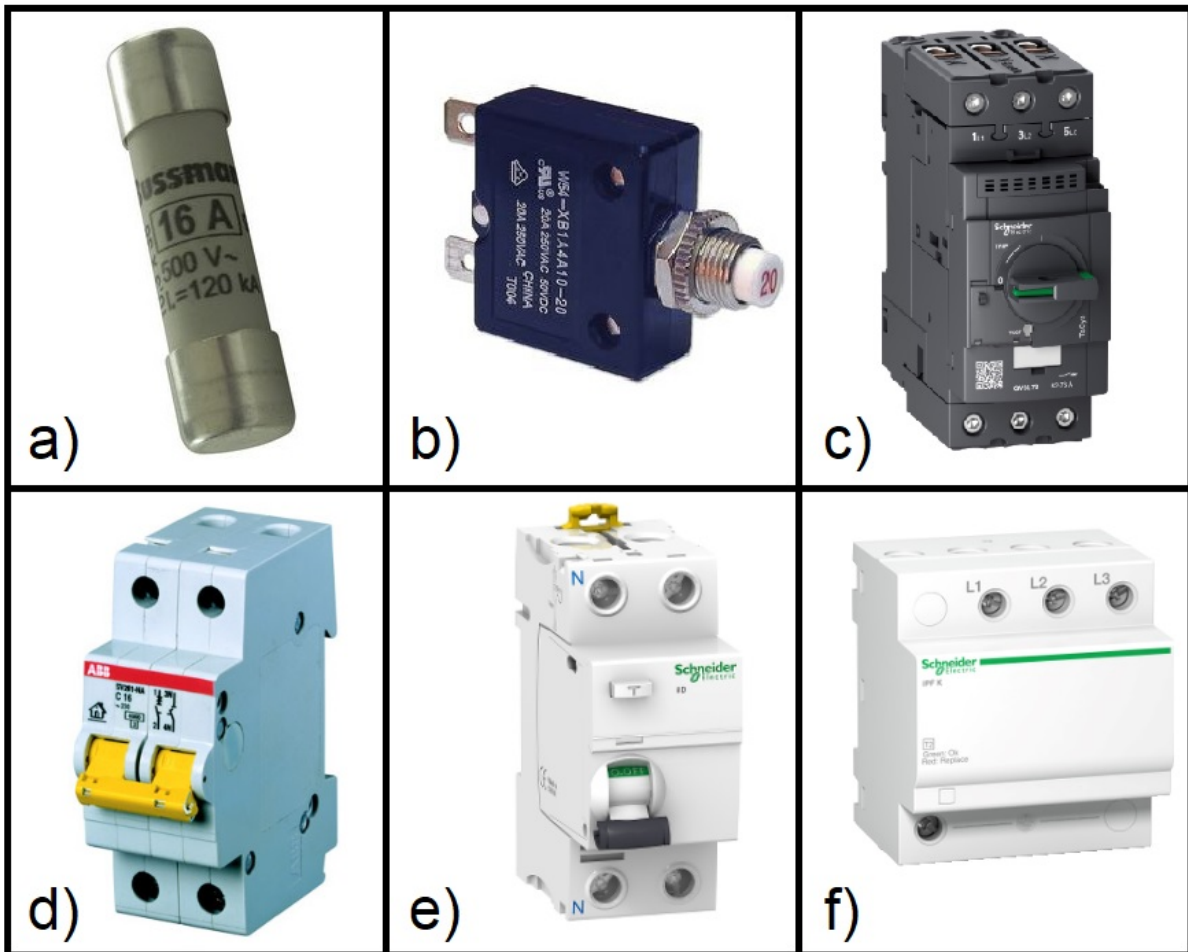


Imagen 1.19. Fusible cilíndrico (a), disyuntor térmico unipolar (b), disyuntor magnético tripolar (c), IA magnetotérmico bipolar (d), interruptor diferencial bipolar (e) y protector de sobretensiones tripolar (f) (Fuentes: <https://es.farnell.com> y <https://www.se.com/es/es>).

1.14.6 Características de los interruptores magnetotérmicos y criterios de selección

Un magnetotérmico queda definido por una serie de parámetros principales que hay que tener en cuenta a la hora de elegir el adecuado para proteger un circuito y tener una correcta selectividad entre dispositivos:

- Intensidad nominal o calibre I_n : valor eficaz de la intensidad en régimen permanente que el IA debe ser capaz de conducir sin que sus componentes e integridad se vean comprometidos o se dañen por el aumento de la temperatura.
- Tensión nominal V_n : valor eficaz de la tensión para la cual se diseña el dispositivo, y que es usada para dimensionar en comparativa ciertas magnitudes del mismo como la capacidad de interrupción o de cierre.

- Número de polos n_p : número de pares de polos a cortar por el dispositivo, traducido en el número de conductores que se pueden conectar a él, pudiendo ser unipolares, bipolares, tripolares o tetrapolares.
- Poder de corte I_{cu} : intensidad eficaz máxima que es capaz de cortar o interrumpir el aparato.
- Disparo magnético o corriente de disparo instantáneo I_m : valor mínimo de la corriente que asegura el disparo magnético instantáneo del dispositivo de protección.
- Intensidad de funcionamiento o de largo retardo I_r : valor eficaz de la corriente que asegura el disparo del IA para un tiempo largo convencional (1-2 h).
- Poder de ruptura de servicio I_{cs} : indica la capacidad del dispositivo para mantener sus características y continuar dando un servicio correcto después de realizar varias aperturas a esa corriente. Se expresa como valor porcentual del poder de corte.
- Poder de cierre I_{cm} : valor de pico de la intensidad que el aparato es capaz de soportar en el momento del cierre del circuito. El fabricante asigna este valor para la tensión y frecuencia nominales, así como para un determinado factor de potencia.
- Categoría de empleo: característica que divide los IA en dos clases según su tiempo de retardo en la desconexión por cortocircuito. Los de categoría A no prevén en su funcionamiento ningún retardo, mientras que los de categoría B pueden retardar su disparo ante un cortocircuito de valor inferior al de una intensidad de referencia.
- Tiempo de disparo o de corte t_d : tiempo total que tarda el dispositivo en abrir el circuito a partir del momento en que ocurre el cortocircuito.
- Tiempo de retardo t_r : tiempo normalmente regulable que sirve para ajustar la selectividad cronométrica entre dispositivos que protegen una misma línea. Hay tiempo de retardo para disparo magnético (corto retardo) y disparo térmico (largo retardo).

Parámetros aparte, la mejor manera de conocer el funcionamiento de un magnetotérmico es a través de su curva de desconexión o disparo, la cual indica la respuesta de este en tiempo frente a las sobreintensidades que se puedan producirse en la línea que protege. Ambos ejes suelen representarse en escala logarítmica ya que los valores tanto de tiempo como de intensidades pueden oscilar ampliamente.

Estas curvas las proporciona el fabricante del dispositivo

Como puede apreciarse en la imagen 1.20, esta curva está constituida por dos límites o bandas de tolerancia que encierran el área de funcionamiento dividida en tres zonas diferenciadas:

- Zona de desconexión térmica: zona correspondiente a la protección contra sobrecargas, en la cual se dará que cuanto mayor sea la corriente dada menor será el tiempo de disparo del dispositivo.
- Zona de desconexión magnética: zona correspondiente a la protección contra cortocircuitos. En ella, el dispositivo abrirá el circuito sin retardo intencionado a partir del valor de la corriente de disparo instantáneo I_m .
- Zona mixta o de solapamiento: zona en la que el disparo puede ser provocado por el elemento magnético o el térmico indistintamente.

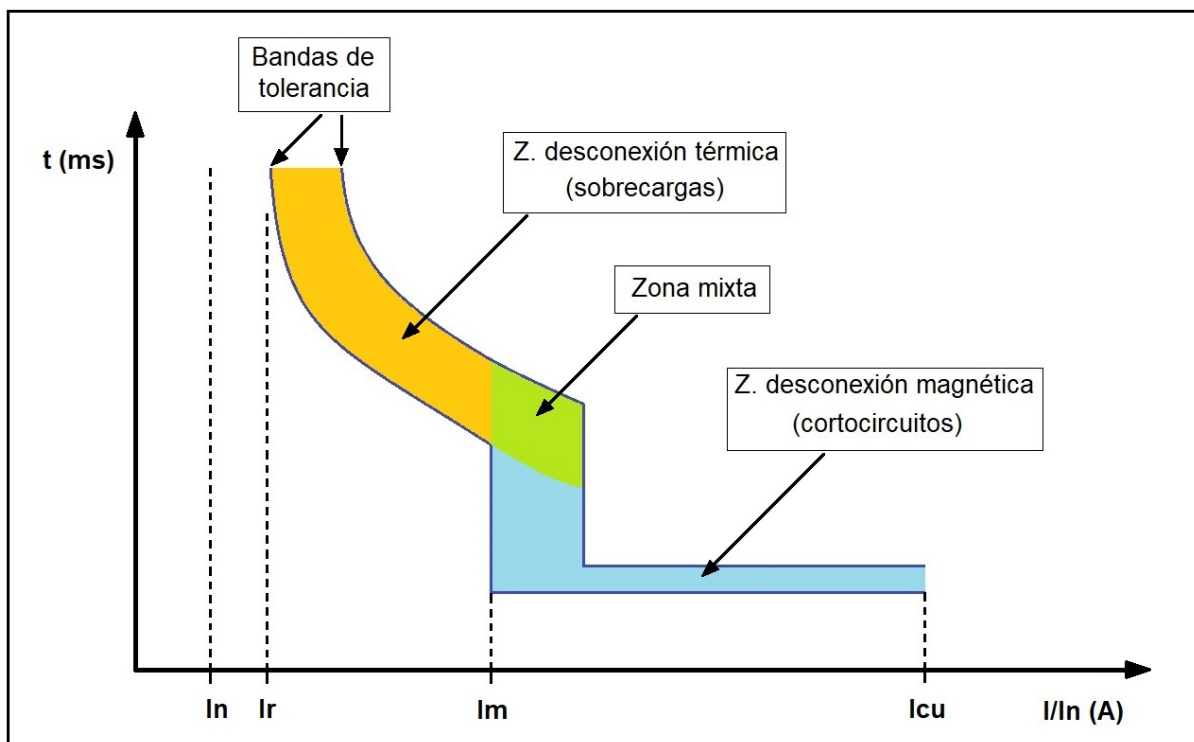


Imagen 1.20. Curva de desconexión o disparo de un magnetotérmico.

Según lo recogido en la GUÍA-BT 22 de aplicación del REBT, cuando se trabaja con interruptores automáticos generalmente de tipo modulares o magnetotérmicos, se definen tres clases de disparo magnético I_m según un rango de múltiplos de la corriente asignada I_n . Estos rangos definen tres tipos de curvas de disparo, siendo los valores concretos establecidos normalmente por el fabricante del dispositivo en cuestión:

- Curva B: aplicación para la protección de líneas en las que no se producen transitorios, con $I_m = (3 - 5) \cdot I_n$
- Curva C: se utiliza para la protección en circuitos con carga mixta y de manera habitual en instalaciones domésticas o análogas, con $I_m = (5 - 10) \cdot I_n$

- Curva D: para la protección de circuitos en los que se prevé la aparición de transitorios importantes, con $I_m = (10 - 20) \cdot I_n$

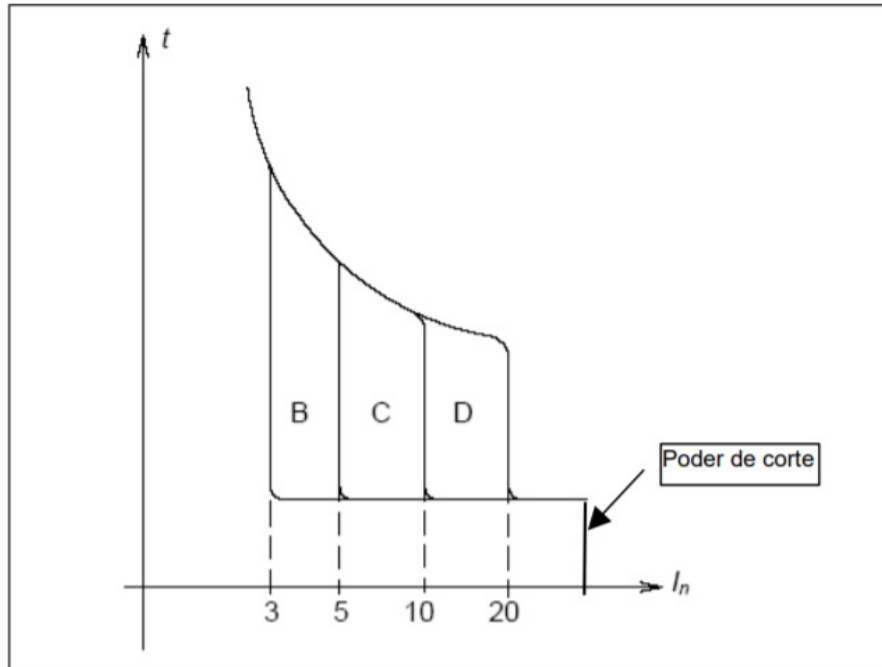


Imagen 1.21. Tipos de disparo magnético de los IA modulares y magnetotérmicos
(Fuente: GUÍA-BT 22 de aplicación del REBT).

Los interruptores magnetotérmicos de la instalación deben elegirse en función de una serie de requisitos marcados por la norma UNE-HD 60364-4-43 y recogidos en la GUÍA-BT 22 de aplicación del REBT, diferenciando entre los aspectos necesarios para la protección contra sobrecargas y contra cortocircuitos.

De esta modo, las características de funcionamiento de un dispositivo que protege una línea contra sobrecargas deberán satisfacer las siguientes dos condiciones:

- 1) $I_b \leq I_n \leq I_z$
- 2) $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$

Siendo:

- I_b la corriente que circulará por la línea en condiciones normales de funcionamiento.
- I_n la corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_z la corriente máxima admisible del conductor o conductores a proteger en función del sistema de instalación utilizado.

- I_f la corriente que asegura el disparo del dispositivo para un tiempo largo convencional y que, dependiendo de su naturaleza, puede tener valores iguales a 1,45. I_n , según las normas UNE-EN 60898-1 o UNE-EN 61009-1 (dispositivos para protección de instalaciones domésticas o análogas), o 1,30. I_n , según UNE-EN 60947-2 (dispositivos para protección de cualquier tipo de instalación, enfocado a las industriales).

De la misma manera, todo dispositivo de protección contra cortocircuitos deberá cumplir otras dos condiciones:

- 1) El poder de corte del dispositivo deberá ser mayor o igual que el valor de la corriente de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación, es decir:

$$I_{cu} \geq I_{cc \text{ máx}}$$

- 2) El tiempo de corte del cortocircuito no podrá ser mayor que el tiempo que tardan los conductores a proteger en alcanzar su temperatura límite admisible, es decir:

$$t_d \leq t_{T \text{ máx cond}}$$

En el caso de instalar un interruptor automático, como ocurre en esta instalación, la GUÍA-BT 22 indica que esta 2ª condición puede expresarse como:

$$I_m < I_{cc \text{ mín}}$$

Siendo:

- I_m la corriente mínima que asegura el disparo magnético del dispositivo de protección.
- $I_{cc \text{ mín}}$ la corriente de cortocircuito mínima, que para un sistema TT corresponde a un cortocircuito fase-neutro.

1.14.7 Características de los dispositivos diferenciales y criterios de selección

Los principales parámetros eléctricos que definen un dispositivo de protección diferencial son los siguientes:

- Intensidad nominal o calibre I_n : valor máximo de corriente que el dispositivo es capaz de soportar en régimen permanente de funcionamiento sin que su integridad se vea comprometida. Los valores normalizados más usuales son 25, 40, 63 y 125 A.
- Tensión nominal V_n : valor de la tensión para la cual el aparato está diseñado.
- Número de polos n_p : al igual que con los magnetotérmicos, corresponde al número de pares de polos a cortar o el número de conductores que se pueden conectar a él.
- Corriente diferencial de funcionamiento asignada o sensibilidad I_d : valor de la intensidad de fuga detectada a partir de la cual el dispositivo abre el circuito. Este será más sensible cuanto menor sea este valor, teniendo en el rango más usado diferenciales que pueden oscilar entre los 10 mA (muy alta sensibilidad) hasta 500 mA (baja sensibilidad).
- Clase: se puede dividir un diferencial en varios tipos atendiendo a su comportamiento frente a la presencia de corrientes continuas. Así, será de clase AC cuando solo se dispara ante corrientes de defecto senoidales, clase A cuando la desconexión se produzca ante corrientes tanto senoidales como continuas pulsantes, clase B si, añadiendo a la protección de A también detecta continua a bajas ondulaciones, y clase F si cumple la misma función que el A y además es capaz de detectar corrientes residuales de frecuencias mixtas de hasta 1000 Hz.
- Tiempo de funcionamiento, de corte o de descanso t_d : tiempo total que tarda el dispositivo en abrir el circuito a partir del momento en que se detecta la fuga.
- Tiempo límite de no actuación o no respuesta t_i : tiempo máximo durante el cual se le puede aplicar al dispositivo una corriente diferencial inferior a I_d sin provocar su funcionamiento dentro de la zona de incertidumbre.
- Tiempo de retardo o temporización t_r : tiempo regulable que permite retrasar el disparo del DDR en beneficio de una selectividad cronométrica correcta entre dispositivos, sobre todo cuando ambos poseen la misma sensibilidad.

El principal requisito que hay que tener en cuenta a la hora de elegir un correcto diferencial, teniendo en cuenta el esquema TT para la instalación y según lo marcado por el REBT en su ITC-BT 24 es:

$$I_d \leq \frac{V_c}{R_t}$$

Donde I_d es la sensibilidad del dispositivo diferencial, V_c la tensión de contacto máxima para cada zona del complejo considerada y R_t la resistencia de tierra.

Si se considera de forma genérica para un caso más desfavorable una tensión de contacto de 24 V y una resistencia de tierra de 80 Ω (ver apartado 2.5.1 del documento de cálculos), tendremos:

$$I_d \leq \frac{24}{80} \leq 0,3 \text{ A}$$

Es decir, que como criterio de selección de las protecciones diferenciales tendremos como máximo valor de corriente diferencial de funcionamiento para todos los dispositivos de la instalación de 300 mA.

Según las normas de producto UNE-EN 61008-1 (diferenciales puros), UNE-EN 61009-1 (bloques diferenciales) y UNE-EN 60947-2 (interruptores automáticos) se establecen unas sensibilidades normalizadas de: 6 mA, 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1 A, 3 A, 10 A y 30 A.

Las citadas normas indican que el diferencial instalado no debe disparar por debajo de un valor mitad de la sensibilidad del dispositivo, haciéndolo siempre por encima de su valor nominal y considerando entre ambos una zona de incertidumbre en la que puede darse una desconexión del circuito si se detecta corriente de fuga.

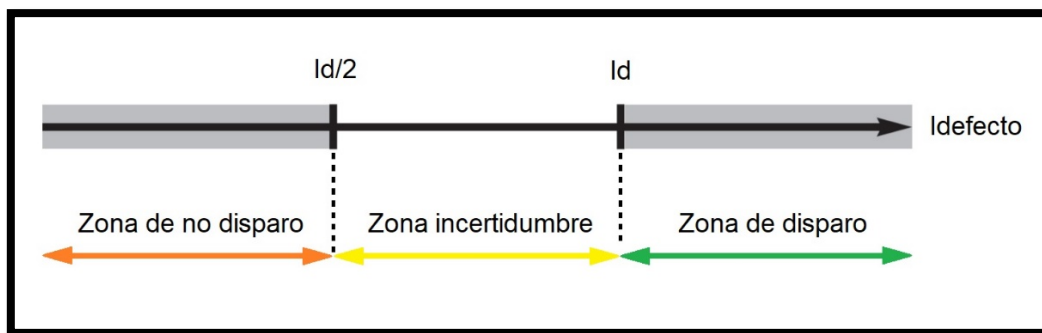


Imagen 1.22. Actuación del diferencial en función de la intensidad de defecto según UNE-EN 61008-1.

Otro de los requisitos fundamentales a cumplir es el del calibre del dispositivo. Se debe considerar que la intensidad nominal del diferencial que protege una línea no puede tener cualquier valor, sino que debe ser superior a la intensidad demandada aguas abajo de su punto de instalación. Siempre que se pueda, se recomienda que tenga un valor 1,4 veces superior a la intensidad nominal del magnetotérmico que le acompaña en la protección de dicha línea, de modo que:

$$I_b \leq I_{n \text{ diferencial}} \quad (\text{Funcional})$$

$$1,4 \cdot I_{n \text{ magneto}} \leq I_{n \text{ diferencial}} \quad (\text{Óptimo})$$

1.14.8 Selectividad de los dispositivos de protección

En una instalación eléctrica es necesario asegurar siempre que sea posible la continuidad del servicio. Cuando en ella se da la presencia de defectos o fallos como cortocircuitos, sobrecargas, fallos de aislamiento u otros, es importante que solo la parte o zona de la instalación en la que se ha producido quede fuera de servicio. Esto se consigue con la correcta selectividad de los dispositivos de protección.

En términos generales, se pueden distinguir tres tipos de selectividad:

- Selectividad nula: cuando los dispositivos de protección situados tanto aguas arriba como aguas abajo actúan simultáneamente en presencia de un fallo (imagen 1.23.a). En este caso sus curvas de disparo se solapan.
- Selectividad parcial: ocurre cuando el dispositivo de aguas abajo dispara solamente hasta un cierto valor de la intensidad producida por el defecto, conocido como límite de selectividad (imagen 1.23.b). Para valores mayores se pueden desconectar simultáneamente los dos interruptores, aguas arriba y abajo. Las curvas de disparo se solapan parcialmente.
- Selectividad total: cuando para cualquier valor de la intensidad de defecto, solamente es el dispositivo aguas abajo el que actúa abriendo el circuito, estando las curvas de disparo totalmente separadas (imagen 1.23.c).

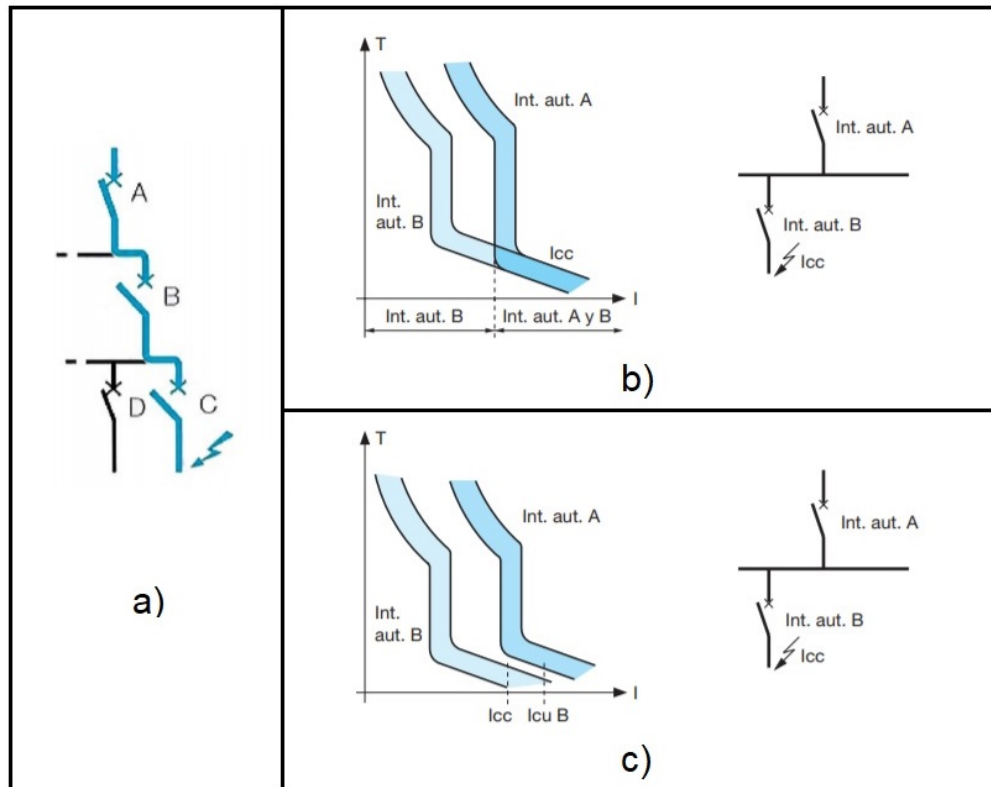


Imagen 1.23. Selectividad nula (a), selectividad parcial (b) y selectividad total (c)

(Fuente: www.hager.es).

De un modo más específico, cuando se estudia la selectividad de una instalación hay que hacerlo paso a paso y distinguiendo entre las clases de dispositivos de protección instalados. Se debe tratar por separado las selectividades entre dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos como interruptores automáticos o fusibles, y las selectividades entre dispositivos de protección contra contactos de tipo diferencial.

Así, cuando se trabaja con interruptores automáticos se debe tener en cuenta varias clases de selectividades:

- **Selectividad amperimétrica:** cuando para un mismo tiempo de disparo, el dispositivo situado aguas abajo abre el circuito antes de que lo haga el de aguas arriba ante un cortocircuito (imagen 1.24.a).
- **Selectividad cronométrica:** cuando para una misma sobreintensidad, el IA situado aguas abajo corta el circuito en un tiempo inferior al que está aguas arriba. Muchas veces esto se consigue añadiendo un tiempo de retardo a la desconexión en el dispositivo superior (imagen 1.24.b).

- **Filiación:** permite el uso de un IA con un poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito en su punto de instalación siempre y cuando exista otro dispositivo aguas arriba que proteja adecuadamente el circuito contra esa sobreintensidad.

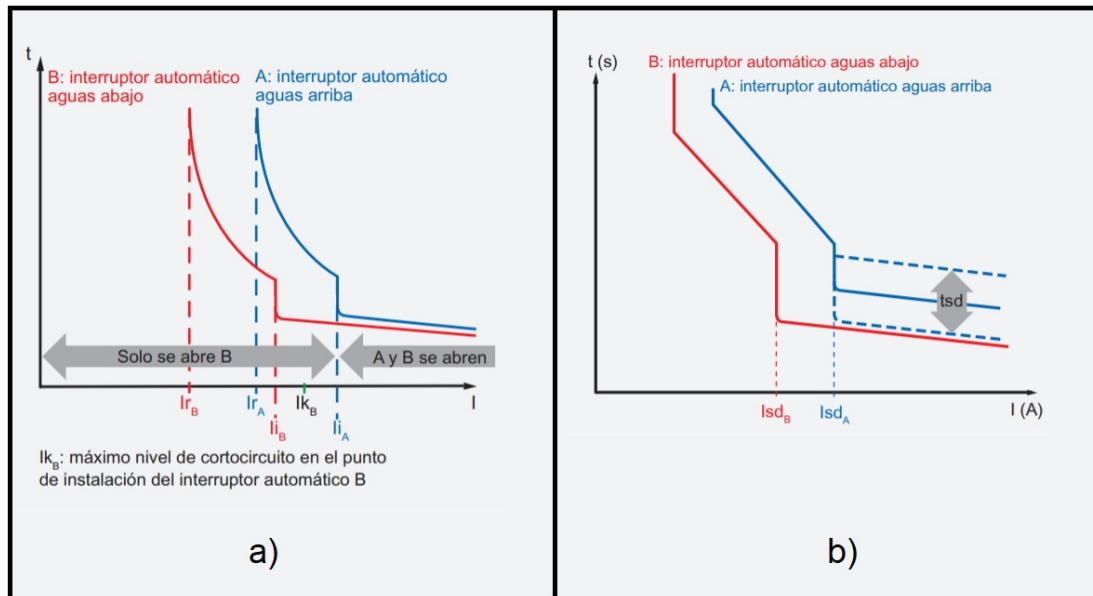


Imagen 1.24. Selectividad amperimétrica (a) y cronométrica (b) (Fuente: www.legrand.es).

En el caso de los dispositivos de protección diferenciales, tendremos como tipos de selectividad:

- **Selectividad horizontal:** la cual permite el ahorro en el origen de la instalación de un dispositivo diferencial general si se protege cada salida con el suyo propio, de manera que en caso de fallo solo se desconecte ese rama.
- **Selectividad vertical:** cuando se tienen varios dispositivos en serie para una misma línea. De la misma manera que ocurre con los IA, se tiene selectividad amperimétrica cuando el DDR situado aguas arriba es menos sensible que el de aguas abajo, y selectividad cronométrica si para todos los valores de intensidad el tiempo de disparo es menor para el dispositivo de aguas abajo que para el de aguas arriba.

1.14.9 Soluciones adoptadas en cuanto a dispositivos de protección

La protección contra sobreintensidades en la instalación se ha llevado a cabo mediante el uso de interruptores automáticos magnetotérmicos, ya que son dispositivos muy eficaces y versátiles que pueden proteger a la vez de los riesgos derivados tanto de las sobrecargas como de los cortocircuitos. Su situación dentro de la instalación se muestra en los planos 12 a 17 del documento de planos del proyecto.

Todos los magnetotérmicos montados son del fabricante Schneider Electric, constituyendo las siguientes gamas de producto:

- Masterpact MTZ para la cabecera de la instalación en el cuadro de baja tensión del CT (imagen 1.25.a).
- Acti 9 Reflex iC60 para las instalaciones secundarias del CT (imagen 1.25.b).
- Compact NSX para el cuadro general de distribución, las entradas a los cuadros secundarios y el equipo de compensación de reactiva (imagen 1.25.c).
- Acti 9 iC60 para los circuitos interiores y las cargas, exceptuando MA3 (imagen 1.25.d).
- Acti 9 C120 para la protección de MA3 (imagen 1.25.e).

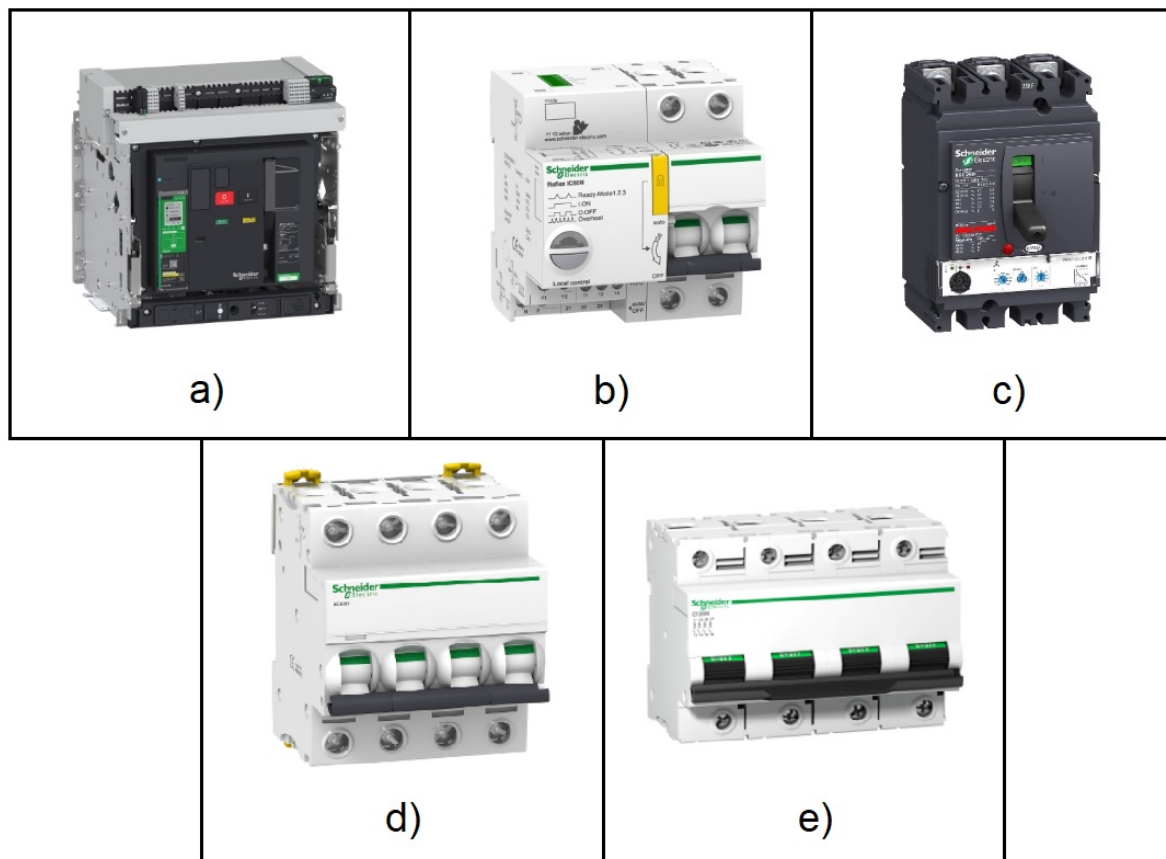


Imagen 1.25. Gamas de magnetotérmicos Schneider utilizados en el proyecto: Masterpact MTZ (a), Acti 9 Reflex iC60 (b), Compact NSX (c), Acti 9 iC60 (d) y Acti 9 C120 (e)
(Fuente: www.schneider-electric.es).

En la tabla 1.14 se listan los 44 dispositivos de protección magnetotérmica que protegen toda la instalación junto con sus características más importantes:

Punto de instalación del dispositivo	Ref.	Modelo	Calibre (A)	Poder de corte (kA)	Unidad de control - Curva	Polos
CBT Entrada	M1	Masterpact MTZ1 10H1	1000	42	Micrologic 5.0 X	4
CBT Salida a C. Alumbrado 14	M2A	Acti 9 Reflex iC60H	10	30	Curva C	2
CBT Salida a C. Alumbrado 15	M2B	Acti 9 Reflex iC60H	10	30	Curva C	2
CBT Salida a C. Tomas Corriente 5	M2C	Acti 9 Reflex iC60H	10	30	Curva C	2
CGD Entrada	M3	Compact NSX630N	630	50	Micrologic 5.3 E	4
CGD Salida a CS1	M4	Compact NSX160F	160	36	Micrologic 5.2 E	4
CGD Salida a CS2	M5	Compact NSX160F	160	36	Micrologic 5.2 E	4
CGD Salida a CS3	M6	Compact NSX250F	250	36	Micrologic 5.2 E	4
CGD Salida a CS4	M7	Compact NSX160F	160	36	Micrologic 5.2 E	4
CGD Salida a ECR	M8	Compact NSX250F	250	36	Micrologic 5.2 E	4
CS1 Entrada	M9	Compact NSX160F	160	36	Micrologic 5.2 E	4
CS2 Entrada	M10	Compact NSX160F	160	36	Micrologic 5.2 E	4
CS3 Entrada	M11	Compact NSX250F	250	36	Micrologic 5.2 E	4
CS4 Entrada	M12	Compact NSX160F	160	36	Micrologic 5.2 E	4
CS1 Salida a MA2	M13	Acti 9 iC60N	63	10	Curva C	4
CS1 Salida a MA3	M14	Acti 9 C120N	80	10	Curva C	4
CS1 Salida a MA4	M15	Acti 9 iC60N	16	10	Curva C	4
CS2 Salida a MA5	M16	Acti 9 iC60H	40	15	Curva C	4
CS2 Salida a MA6	M17	Acti 9 iC60H	16	15	Curva C	4
CS2 Salida a MA7	M18	Acti 9 iC60H	10	15	Curva C	4
CS2 Salida a MA8	M19	Acti 9 iC60H	10	15	Curva C	4
CS2 Salida a MA9	M20	Acti 9 iC60H	10	15	Curva C	4
CS2 Salida a MA10	M21	Acti 9 iC60H	63	15	Curva C	4
CS3 Salida a MA11	M22	Acti 9 iC60H	10	15	Curva C	4
CS3 Salida a MA12	M23	Acti 9 iC60H	63	15	Curva C	4
CS3 Salida a MA13	M24	Acti 9 iC60H	63	15	Curva C	4
CS3 Salida a MA14	M25	Acti 9 iC60H	50	15	Curva C	4
CS4 Salida a C. Alumbrado 1	M26	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 2	M27	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 3	M28	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 4	M29	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 5	M30	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 6	M31	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 7	M32	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 8	M33	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 9	M34	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 10	M35	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 11	M36	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 12	M37	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 13	M38	Acti 9 iC60N	10	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 1	M39	Acti 9 iC60N	32	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 2	M40	Acti 9 iC60N	32	10	Curva C	2
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 3	M41	Acti 9 iC60N	16	10	Curva C	4
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 4	M42	Acti 9 iC60N	32	10	Curva C	2
TOTAL DISPOSITIVOS	44					

Tabla 1.14. Interruptores magnetotérmicos utilizados en el proyecto y sus características.

La protección contra contactos directos e indirectos de la instalación se ha llevado a cabo, complementariamente junto con las otras medidas expuestas en el apartado 1.14.4, mediante bloques diferenciales (IDs modulares diseñados para ser montados integrados a un IA) y relés diferenciales, dependiendo de la tipología de la línea y las características de los IAs. Su situación se muestra en los planos 12 a 17 del documento de planos del proyecto.

Todos los dispositivos montados proceden del fabricante Schneider Electric, con las siguientes gamas de diferenciales montados a lo largo de la instalación:

- Vigi MB (bloque) para el cuadro de baja tensión del CT en cabecera (imagen 1.26.a).
- RH99M (relé) para las instalaciones secundarias del CT y la protección conjunta de varias cargas de la instalación (imagen 1.26.b).
- Vigi MH (bloque) para las salidas del cuadro general de distribución a los secundarios y el equipo de compensación de reactiva (imagen 1.26.c).
- Vigi iC60 (bloque) para los circuitos interiores y las cargas (imagen 1.26.d).
- Vigi C120 (bloque) para la protección diferencial de MA3 (imagen 1.26.e).

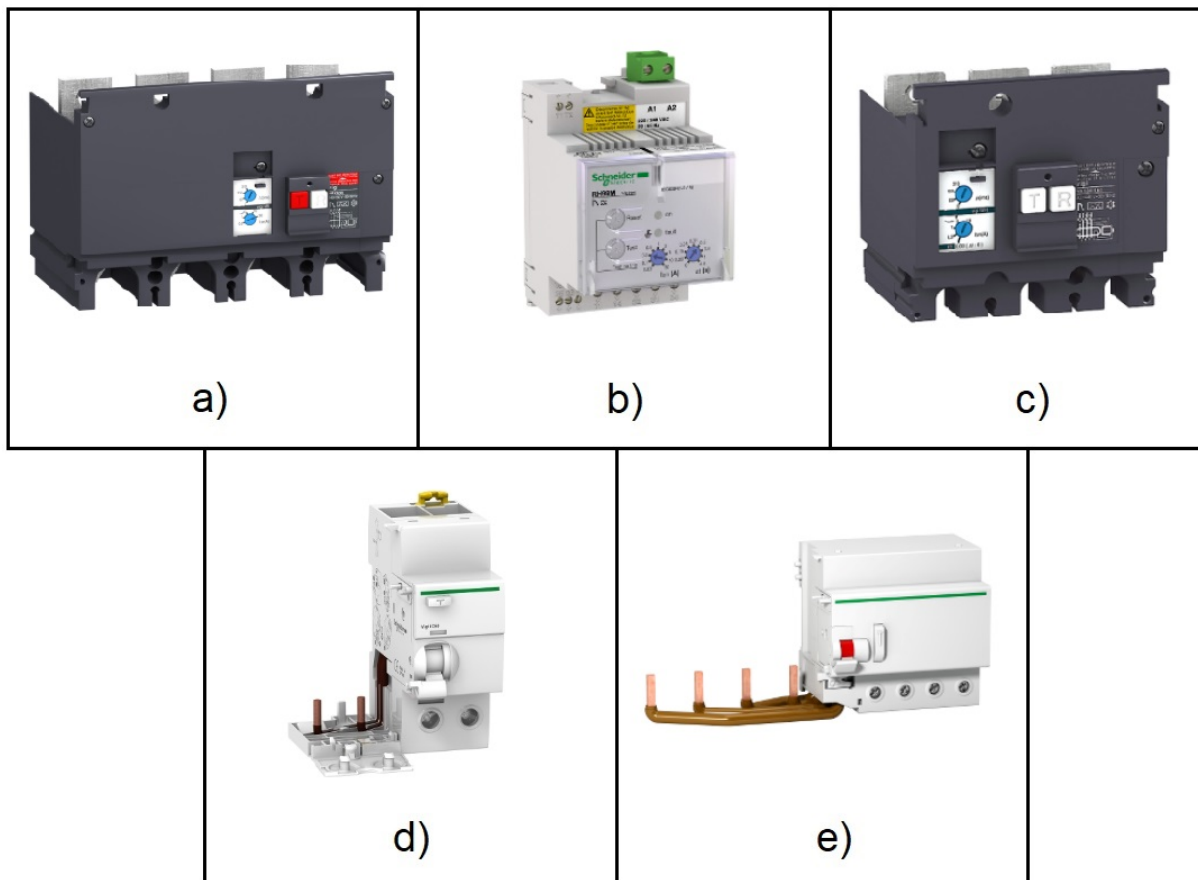


Imagen 1.26. Gamas de diferenciales Schneider utilizados en el proyecto: Vigi MB (a), RH99M (b), Vigi MH (c), Vigi iC60 (d) y Vigi C120 (e) (Fuente: www.schneider-electric.es).

La tabla 1.15 muestra los 28 dispositivos de protección diferencial que protegen toda la instalación junto con sus características más destacables:

Punto de instalación del dispositivo	Ref.	Modelo	In (A)	Sensibilidad (mA)	Clase	Polos
CBT Entrada	D1	Vigi MB	630	300	A	4
CBT Salida a Inst. Secundarias del CT	D2	RH99M	-	30	AC	-
CGD Salida a CS1	D3	Vigi MH	250	300	A	4
CGD Salida a CS2	D4	Vigi MH	250	300	A	4
CGD Salida a CS3	D5	Vigi MH	250	300	A	4
CGD Salida a CS4	D6	Vigi MH	250	300	A	4
CGD Salida a ECR	D7	Vigi MH	250	300	A	4
CS1 Salida a MA2	D8	Vigi iC60	63	30	AC	4
CS1 Salida a MA3	D9	Vigi C120	125	30	AC	4
CS1 Salida a MA4	D10	Vigi iC60	25	30	AC	4
CS2 Salida a MA5	D11	Vigi iC60	63	30	AC	4
CS2 Salida a MA6, MA7, MA8 y MA9	D12	RH99M	-	30	AC	-
CS2 Salida a MA10	D13	Vigi iC60	63	30	AC	4
CS3 Salida a MA11	D14	Vigi iC60	25	30	AC	4
CS3 Salida a MA12 y MA13	D15	RH99M	-	30	AC	-
CS3 Salida a MA14	D16	Vigi iC60	63	30	AC	4
CS4 Salida a C. Alumbrado 1 y 2	D17	RH99M	-	30	AC	-
CS4 Salida a C. Alumbrado 3	D18	Vigi iC60	25	30	AC	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 4	D19	Vigi iC60	25	30	AC	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 5 y 6	D20	RH99M	-	30	AC	-
CS4 Salida a C. Alumbrado 7	D21	Vigi iC60	25	30	AC	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 8	D22	Vigi iC60	25	30	AC	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 9	D23	Vigi iC60	25	30	AC	2
CS4 Salida a C. Alumbrado 10, 11, 12 y 13	D24	RH99M	-	30	AC	-
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 1	D25	Vigi iC60	63	30	AC	2
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 2	D26	Vigi iC60	63	30	AC	2
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 3	D27	Vigi iC60	25	30	AC	4
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 4	D28	Vigi iC60	63	30	AC	2
TOTAL DISPOSITIVOS	28					

Tabla 1.15. Dispositivos diferenciales utilizados en el proyecto y sus características.

1.15 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

1.15.1 Introducción

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa mediante conductor, sin impedancias ni protección alguna, de los elementos o partes de la instalación que puedan entrar en tensión de forma accidental con uno o varios electrodos enterrados en el suelo.

Gracias a esta instalación se derivan las corrientes de defecto o las debidas a posibles descargas atmosféricas, limitando la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas. Además de ello, se impide la acumulación de cargas electrostáticas o inducidas en los equipos y maquinaria, y se posibilita la detección de defectos a tierra asegurando la actuación de las protecciones y eliminando los riesgos propios de la avería.

El principal objetivo por tanto de la puesta a tierra es, trabajando conjuntamente con los dispositivos y medidas de protección del apartado 1.14, proporcionar una total seguridad tanto a la instalación como a las personas que accedan a ella.

La instrucción técnica ITC-BT 18 del REBT sobre puestas a tierra marca las pautas y disposiciones a la hora de dimensionar estas instalaciones y cumplir con las normativas establecidas para que el conjunto cumpla su función de manera correcta.

1.15.2 Características y partes de una instalación de puesta a tierra

Las disposiciones marcadas para una puesta a tierra en particular dependerán de si esta está diseñada para realizar las funciones de protección o para el funcionamiento específico de equipos y maquinaria.

De este modo, los materiales y elementos que la constituyen deben ser tales que para la instalación:

- La resistencia de puesta a tierra tenga un valor conforme a la normativa de protección y funcionamiento de la instalación, manteniéndose a lo largo del tiempo.
- La protección mecánica y durabilidad queden aseguradas, independientemente de las influencias externas que pudieran llegar a darse.
- Las corrientes de fuga y de defecto a tierra puedan circular sin peligro, tomando en consideración las solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- Se tengan en cuenta los posibles riesgos por electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas de la instalación.

Así como en toda puesta a tierra se deben cumplir estas disposiciones, también se pueden diferenciar las distintas partes que componen este tipo de instalaciones, siendo las más significativas:

- Los conductores: unen distintas partes metálicas de la instalación, partiendo de las masas y acabando en los electrodos enterrados. En función de los elementos que conecten entre sí, se pueden encontrar dentro del conjunto conductores de equipotencialidad, de protección, de derivación y línea principal de tierra y de línea de enlace con tierra (ver imagen 1.27). Sus secciones mínimas y configuración están marcadas por la ITC-BT 18 del REBT.
- Los bornes o puntos de puesta a tierra: placas metálicas conductoras que actúan como nexo entre las masas y los electrodos y a las que se conectan los conductores. En toda instalación debe haber al menos un borne principal, y facilita también la medición de la resistencia de tierra.
- Los electrodos: masas metálicas que se entierran en el terreno para facilitar el paso de la corriente a este. Pueden ser tanto naturales (partes metálicas ajenas a la puesta a tierra que están en contacto con el terreno, como estructuras o pilares de la construcción) como naturales (partes metálicas enterradas con el fin exclusivo de realizar una puesta a tierra, como las picas o placas de cobre). Los tipos de electrodos más utilizados son:
 - Picas: electrodos en forma de barras de varios metros de largo que se entierran verticalmente a una profundidad mínima de 0,5 metros. Los materiales más utilizados son cobre y acero cobreado.
 - Conductores: de tipo desnudo y usualmente cobre, se entierran horizontalmente también a una profundidad mínima de 0,5 metros.
 - Placas: suelen estar fabricadas en cobre o acero cobreado, y tener forma rectangular o cuadrada de 1 metro de lado. La forma más habitual de enterrarlas es verticalmente.
 - Malla: se fabrican con conductores eléctricos y se entierran horizontalmente a 0, 8 metros como mínimo. Este tipo de electrodos se suelen ver en grandes instalaciones o construcciones como subestaciones o centrales eléctricas.
- El terreno: sobre el cual están enterrados los electrodos, constituye el medio a través del cual se derivan las corrientes de defecto hasta disiparse. Es muy importante considerar el tipo de terreno sobre el que se va a trabajar, ya que su resistividad fluctúa entre unos valores muy amplios dependiendo de los materiales de los que esté compuesto. La tabla 3 de la ITC-BT 18 indica unos valores orientativos de dichas resistividades en función del tipo de suelo que nos encontremos.

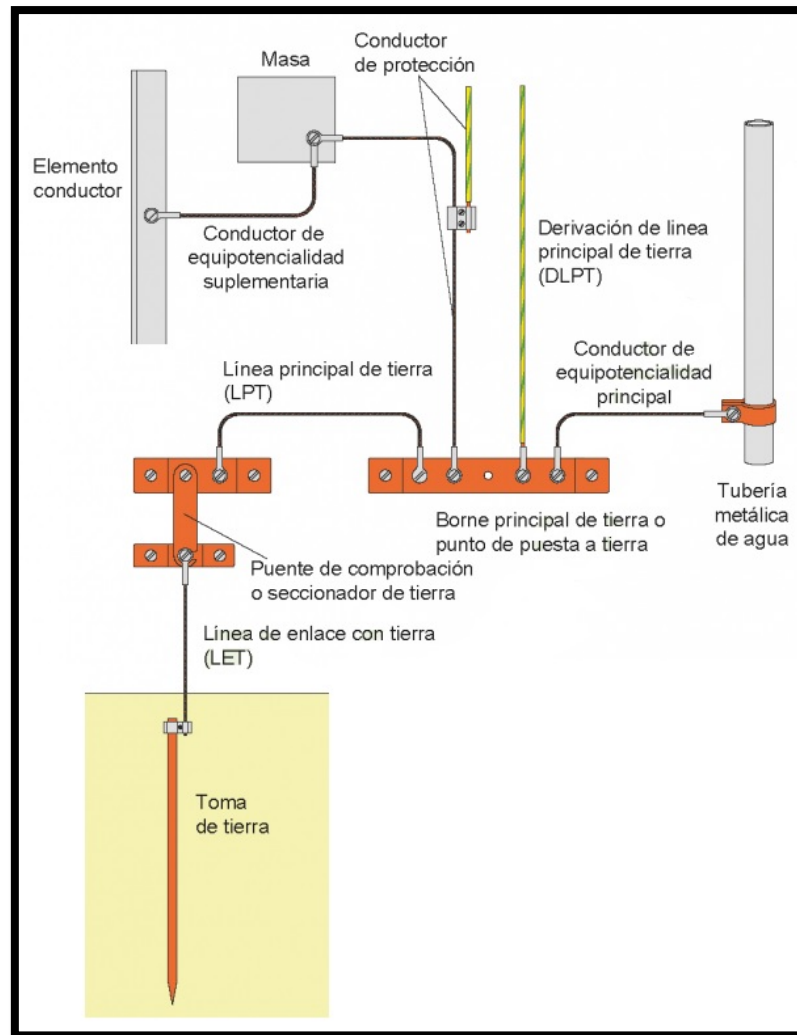


Imagen 1.27. Partes de una instalación de puesta a tierra (Fuente: www.plcmadrid.es).

Cuando se constituye la puesta a tierra, y una vez toda la maquinaria, equipos y circuitos están instalados, se deben conectar a esta todas las partes metálicas que un momento dado pueden ponerse en tensión. Algunas de estas partes y componentes de la instalación a conectar son:

- Carcasas metálicas de maquinaria, equipos y herramientas fijas.
- Tomas de corriente y puntos de cargas que lo requieran, especialmente en zonas húmedas como baños y vestuarios.
- Partes metálicas de instalaciones para gas, agua, calefacción, fontanería o similares.
- Cuadros generales y cajas de protección que así lo requieran.
- Antenas e instalaciones de telecomunicaciones.
- Partes metálicas de elementos de acceso y tránsito como puertas, ventanas, escaleras, ascensores, etc.

- Instalaciones de protección contra sobretensiones y pararrayos.
- Arquetas y tapas de registro al alcance de personas.
- Estructuras y elementos de la construcción como partes metálicas de cimientos, armaduras del hormigón, anclajes, etc.
- Elementos metálicos significativos que constituyan un riesgo si se ponen en tensión.

1.15.3 Esquemas de distribución

Cuando se quieren determinar las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada esas funciones, se debe tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución de una instalación eléctrica se establecen, según la ITC-BT 08 del REBT, en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de alimentación y de las masas de la instalación receptora.

Esta instrucción distingue, por tanto, 3 tipos de esquemas o configuraciones:

- Esquema TN: estos esquemas tienen un punto de alimentación, normalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra, y las masas de la instalación receptora unidas a ese punto a través de conductores de protección. Según la posición relativa del neutro y del conductor de protección, se puede tener un esquema TN-S (neutro y protección son independientes), TN-C (funciones de neutro y protección combinadas en un único conductor) o TN-C-S (funciones de neutro y protección combinadas en un único conductor durante un tramo de la instalación). Para las configuraciones TN las intensidades de defecto fase-masa son consideradas como de cortocircuito.
- Esquema TT: configuración en la que el neutro o compensador se conecta directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación. En estos tipos de esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden provocar la aparición de tensiones peligrosas.
- Esquema IT: en estos esquemas ningún punto de la alimentación se conecta directamente a tierra, pudiendo optar por la instalación de una impedancia que consigue limitar el valor de las corrientes de defecto. Las masas de la instalación receptora, en cambio, sí están dispuestas directamente a tierra. La intensidad del primer defecto fase-masa o fase-tierra tiene valores reducidos, no considerados suficientes como para que aparezcan tensiones de contacto peligrosas.

Para el caso del presente proyecto se ha optado por un esquema TT ya que, a pesar de que el esquema IT es la opción más segura y correcta técnicamente, presenta problemas si se quieren realizar posteriores ampliaciones o cambios en la instalación. Además, es la solución más utilizada en este tipo de instalaciones eléctricas en baja tensión.

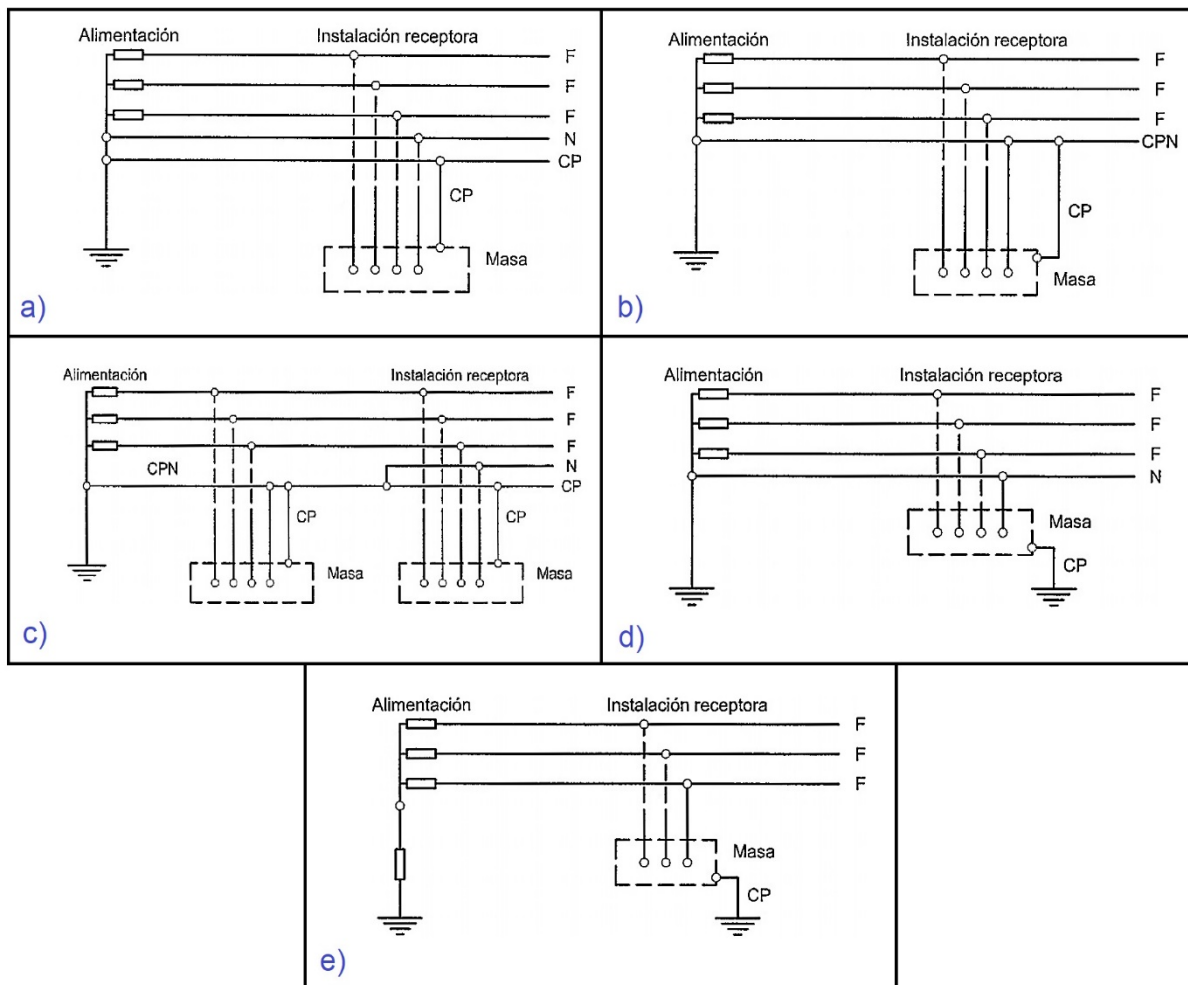


Imagen 1.28. Esquema TN-S (a), esquema TN-C (b), esquema TN-C-N (c), esquema TT (d) y esquema IT (e) (Fuente: ITC-BT 08 del REBT).

1.15.4 Descripción de la instalación de puesta a tierra de la nave

Tal y como suscribe la instrucción técnica ITC-BT 18 del REBT, las puestas a tierra se establecen con el objetivo principal de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de los dispositivos de protección y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos.

La nave del proyecto debe disponer de una instalación de puesta a tierra propia, independiente de las tierras de protección y servicio del centro de transformación, que permita conectar a ella todas las masas de los equipos eléctricos y estructuras metálicas que se ubiquen en el interior del edificio y que sean susceptibles de ponerse en tensión en caso de fallos de aislamiento.

Acorde al dimensionado hecho en el apartado 2.5 del documento de cálculos, la instalación de puesta a tierra de la nave estará constituida por 6 picas de acero cobreado con un diámetro de 15 mm y una longitud de 2 m, enterradas verticalmente a 1 m de profundidad (desde su parte superior); estarán unidas superiormente mediante un conductor de cobre desnudo de 35 mm² que rodeará completamente el perímetro del edificio formando un anillo rectangular. A esta puesta de tierra, que llamaremos línea principal de tierra, se conectarán todas las masas metálicas de la nave susceptibles de ponerse en tensión de forma eventual y, también se conectarán, a través de las líneas de enlace con tierra (35 mm² de cobre desnudo), los elementos constructivos del edificio de naturaleza metálica o conductora como las zapatas, los armados de los pilares, los mallazos, etc. La línea principal de tierra tendrá 4 puntos de puesta a tierra a partir de los cuales saldrán hacia los cuadros y sus respectivas cargas los conductores de protección, cuyas secciones se han dimensionado en base al criterio marcado por la tabla 2 de la ITC-BT 18 del REBT.

La distribución de las picas, los puntos de puesta a tierra y las diferentes líneas de tierra se muestran en el plano 8 del documento de planos del proyecto.

En la imagen 1.29 se puede apreciar el tipo de configuración adoptado para la puesta a tierra de la nave.

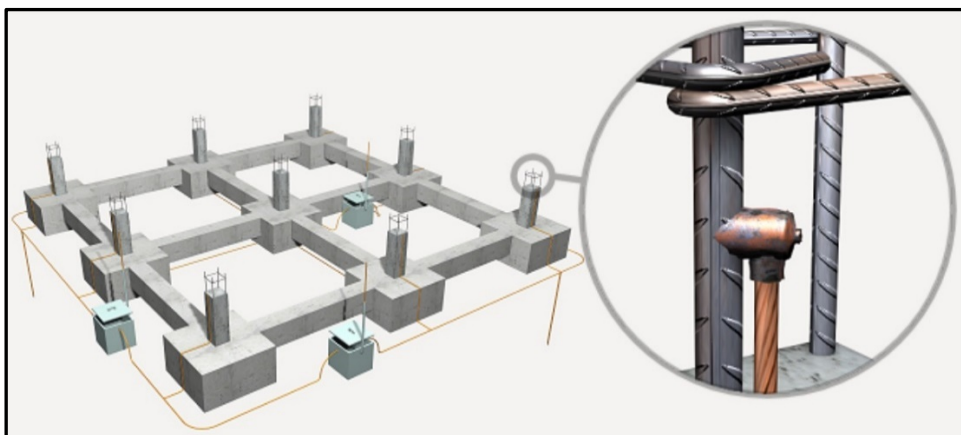


Imagen 1.29. Ejemplo de instalación de puesta a tierra con sus elementos principales

(Fuente: www.generadordeprecios.com).

1.16 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

1.16.1 Introducción

Algunos receptores que constituyen la instalación eléctrica, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva, representada por el factor de potencia.

El análisis de esta potencia reactiva en una instalación es muy importante ya que afecta directamente a la calidad de la misma, debido a que cuanto mayor es su valor, mayores son las pérdidas energéticas, lo que se traduce en costes que se pueden evitar en cierta medida.

Cuando el sistema energético de una instalación tiene una demanda de energía reactiva alta, significa que está demandando más energía de la que realmente usa, ya que solo la activa puede ser convertida en energía mecánica, lumínica, etc. Esto da como resultado costes adicionales en la factura e incrementa la cantidad de energía demandada a la red eléctrica de abastecimiento que podría evitarse mejorando el factor de potencia.

Con la mejora del factor de potencia o $\cos \varphi$, siendo φ el ángulo de desfase entre las potencias activa y reactiva de una instalación, se consigue alcanzar una serie de ventajas importantes:

- Disminución de la caída de tensión en las líneas, ya que en los conductores de distribución de baja tensión que se encuentran sobrecargados y tienen un bajo factor de potencia, se producen muy a menudo caídas de tensión que resultan perjudiciales para el buen funcionamiento de la instalación.
- Reducción del dimensionado de las líneas.
- Disminución de las pérdidas por calentamiento en los conductores. Este calentamiento es proporcional al cuadrado de la intensidad que circula por ellos y, para una misma potencia activa, esta disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.
- Aumento de la potencia disponible en el transformador que alimenta la instalación y reducción de sus pérdidas por calentamiento. Esto se debe a que mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente para una misma potencia activa disminuye, es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxime a la unidad.
- Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores de la instalación.
- Disminución de costes de la factura de energía eléctrica ya que la compañía suministradora realiza una bonificación a los usuarios que mantengan su valor de $\cos \varphi$ entre 0.9 y 1, y suele penalizar si se sale de ese rango.

1.16.2 Métodos de mejora del factor de potencia

Según la instrucción técnica ITC-BT 43 del REBT, en su apartado 2.7 sobre la compensación del factor de potencia, esta puede hacerse bien por cada receptor o grupo de receptores que funcionen simultáneamente conectados con un único interruptor, o bien para la totalidad de la instalación.

Independientemente de las dos disposiciones marcadas por el REBT, se pueden optar por dos tipos de métodos de mejora en función de cómo se quiera actuar sobre la instalación:

- Métodos directos: actúan directamente sobre la causa misma del bajo factor de potencia, es decir, procuran en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas ya instaladas. Dentro de este tipo de métodos, los más utilizados serían la correcta elección del equipo eléctrico, el efugio de las marchas en vacío o cargas reducidas de los motores y transformadores, la sustitución y reparación de los receptores defectuosos o la desconexión fuera de las horas de trabajo de receptores como motores.
- Métodos indirectos: estos métodos compensan el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de reactiva capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los receptores de la instalación. Básicamente hay dos maneras de compensar el factor de potencia indirectamente, la primera de las cuales mediante el uso de compensadores síncronos. Estos compensadores son motores síncronos trabajando en vacío con su intensidad adelantada con respecto a la tensión, con lo que funcionan como si fueran condensadores síncronos. Se usan en redes de gran potencia y muy alta tensión. La segunda manera es la más habitual en baja tensión y consiste en la instalación de condensadores individuales o en batería. Al ser su carga puramente capacitiva, repercute directamente en la reducción de reactiva de la instalación.

1.16.2.1 Mejora del factor de potencia mediante el uso de condensadores

Usar como método de mejora de la energía reactiva el montaje de condensadores tiene una serie de ventajas respecto otros métodos alternativos, teniendo por contra el precio del equipo que suele ser elevado: posibilidad de elección de múltiples configuraciones y tipologías de montaje, alta fiabilidad en las baterías, posibilidad de regulación en baterías automáticas, alto rendimiento y durabilidad, etc.

Según el modo de funcionamiento, se pueden distinguir dos clases de equipos:

- Condensadores fijos: se utilizan uno o varios condensadores para mejorar el factor de potencia en bornes de dispositivos inductivos como los transformadores y motores.

Esta configuración es muy útil cuando se requiere mejorar el factor de potencia de una carga o cargas cuya demanda de potencia reactiva es básicamente constante y no hay riesgo de sobrecompensación. El equipo requiere menos coste que para las baterías automáticas, aunque debe estar siempre conectado a una fuente de alimentación.

- Baterías automáticas de condensadores: proporcionan a la instalación la reactiva necesaria dentro de unos límites cercanos a un nivel seleccionado del factor de potencia, variación siempre menor del $\pm 10\%$ del valor medio. Suelen estar compuestas por un bloque de celdas capacitivas de igual o distinto valor, instaladas en los puntos de una instalación en los que las variaciones de potencia son importantes. El equipo funcionalmente está compuesto por tres elementos principales: el regulador, que mide en cada momento el $\cos \varphi$ y da las órdenes a los contactores para aproximarse lo mejor posible al $\cos \varphi$ objetivo, los contactores, elementos que conectan en distintos escalones de reactiva los condensadores que forman la batería, y los propios condensadores, encargados de inyectar la potencia reactiva capacitiva a la instalación.

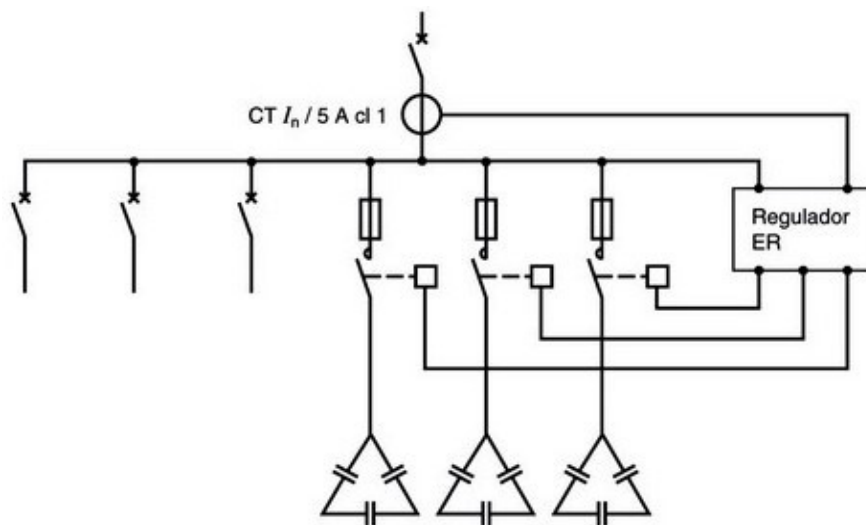


Imagen 1.30. Esquema de conexión de los principales elementos de una batería automática de condensadores (Fuente: www.voltimum.com).

Otro aspecto a destacar es que dentro de una batería de condensadores, ya sea estática o automática, estos pueden estar agrupados bien en estrella o triángulo, siendo este hecho independiente de la capacidad y potencia conjunta de la batería, que tienen los mismos valores.

Aun pudiendo adaptar ambas agrupaciones, la gran mayoría de fabricantes de baterías automáticas las comercializan con conexiones en triángulo, debido a un criterio puramente económico. Esto se explica ya que para desarrollar una misma potencia compensatoria, si los condensadores se someten a una mayor tensión tendrán que soportar menos corriente. Cuanto mayor es la corriente más material conductor ha de tener la batería para evitar las pérdidas por efecto Joule, lo que se traduce en un aumento de costes. Al estar los condensadores en estrella a la tensión de fase, normalmente 230 V, y en triángulo a la de línea de 400 V, esta última configuración resulta más económica desde el punto de vista de coste del material.

1.16.3 Equipo de compensación de energía reactiva elegido

Después de los cálculos realizados para hallar la potencia reactiva capacitiva mínima que debía tener, así como su capacidad total (ver apartado 2.6 del documento de cálculos del proyecto), y para dejar un pequeño margen de seguridad por si se quisiera en un futuro ampliar la instalación, se ha elegido el modelo de batería automática de condensadores Schneider Electric VLVA2P03510AB, cuyas características facilitadas por el fabricante se especifican a continuación:

- Marca y modelo de la batería: Schneider Electric VLVA2P03510AB
- Tensión de red: 400/415 V en AC y 50 Hz
- Potencia reactiva total: 150 kvar
- Modo de funcionamiento: automático
- Escalonaje: 2x25+2x50 kvar
- Potencia por paso: 25 kvar
- Contaminación armónica y tasa de distorsión total: 25-50% y > 4-7%
- Factor de ajuste y frecuencia de sintonización: 3,8 y 190 Hz
- Modelo regulador: Varplus Logic VPL6 Modbus
- Tipo de condensadores: VarplusCan + inductancia antiarmónica
- Número de polos: 3
- Tolerancia sobre la capacidad: -5% a +10%
- Tensión nominal de aislamiento: 690 V
- Tensión de pico máxima admisible: 8 kV
- Corriente temporal admisible: 35 kA en 1 s
- Equipo auxiliar: transformador de tensión 400/230 V - 400 VA
- Interruptor automático incluido: no
- Grados de protección IK e IP: IK10 e IP31
- Certificaciones del producto: ASEFA, CE y EAC

Para el diseño e instalación de la batería se han tenido en cuenta las siguientes normas: IEC 61921, IEC 61439-2, IEC 61439-1, UNE-EN 60831-1 y UNE-EN 60931-2.



Imagen 1.31. Armario para la batería de condensadores Schneider VLVA2P03510AB

(Fuente: www.schneider-electric.es).

El conductor que alimenta la batería, de acuerdo al dimensionado correspondiente del apartado 2.3 del documento de cálculos, es del tipo RZ1 0,6/1 kV 3x95/95 con alma de cobre.

A su vez, el equipo quedará protegido con un magnetotérmico Schneider Compact NSX250F y un diferencial Schneider Vigi MH, según los cálculos realizados en el Anexo 3 del proyecto y en el apartado 2.4 del documento de cálculos.

La batería se instalará en un armario metálico de dimensiones de base 800 x 600 mm y altura 1400 mm, también de Schneider, dentro de la sala CGD junto al cuadro general de distribución.

2. CÁLCULOS

2.1 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

2.1.1 Introducción

Debido al gran número de operaciones, comprobaciones y coeficientes que se deben verificar para que los niveles de iluminación cumplan con las normas establecidas en cada punto de las áreas de la nave, se ha decidido utilizar el programa informático DIALux versión 4.13 para elegir las luminarias adecuadas a cada uso tanto para el interior como el exterior de la nave. En el apartado 3.1 del documento de anexos del proyecto se puede comprobar la cantidad de datos que arroja dicho programa y su alta exactitud.

Para el caso de las luminarias de emergencia se ha optado por hacer los cálculos con el programa informático Emerlight del fabricante Legrand, en su versión 4.0. Dicho fabricante es un referente en lo que a iluminación de emergencia se refiere y al igual que DIALux, arroja una gran cantidad de datos de utilidad (ver apartado 3.2 del documento Anexos).

Los criterios genéricos que se han tenido en cuenta para seleccionar cada grupo de luminarias son los siguientes:

- Cumplimiento de los niveles de alumbrado y coeficientes dentro de las normas correspondientes.
- Geometría de la sala.
- Trabajo a realizar dentro de la sala.
- Máximo confort visual para el usuario.
- Seguridad del usuario.
- Rango calidad/ precio óptimo.
- Diseño agradable del conjunto.

2.1.2 Cálculo luminotécnico del interior de la nave y del CT

El primer paso una vez se inicia el estudio de las luminarias con DIALux es conocer los datos de partida que se tienen de la nave, a partir de los cuales el programa trabajará. Dichos datos son principalmente la geometría del local, la tarea a desarrollar en él, la composición de las paredes, suelo y techo (factores de reflexión, materiales, colores, etc.), la altura del plano de trabajo y el plan de mantenimiento que se va a llevar a cabo.

Este estudio se realiza de forma independiente en cada una de las zonas o locales que constituyen el interior de la nave, de modo que aunque dentro del software se abarque todo en un proyecto al que se pone nombre (por ejemplo “Proyecto Nave”), se irán insertando los locales correspondientes de manera individual (aseos, taller, almacén, etc.).

El cálculo con DIALux del alumbrado interior se puede dividir en una serie de pasos que facilitan la comprensión de este y estructuran de una forma sencilla el estudio (está pensado para seguir un orden dentro del estudio, pero se puede volver hacia atrás de un paso a otro por si se quiere modificar algo):

1. Edición del local con los datos de partida: al insertar un nuevo local con sus dimensiones y altura del plano útil de trabajo el programa nos indica una serie de valores por defecto que podemos cambiar para adecuar el local al real. El primero es el factor de degradación de las luminarias que viene dado por el tipo de mantenimiento que se haga y que se puede elegir. A continuación, para las paredes, techo y suelo se pueden elegir los factores de reflexión de la luz, sus colores y material del que están hechos, así como la orientación genérica. También se pueden modificar o añadir las ventanas, puertas y elementos constructivos tales como columnas, rampas o escalones.
2. Inserción de equipamiento y textura: este apartado permite, si el usuario lo desea, añadir objetos presentes en la sala para acercar más el estudio a la realidad, normalmente mobiliario. Además, el programa cuenta con una base de texturas y materiales que podemos asociar a todos los elementos que hemos creado hasta ahora, incluyendo filtros de color y de luz para una mayor exactitud.
3. Elección e inserción de las luminarias: DIALux cuenta con una base de fabricantes de luminarias que prácticamente abarca a todos los del mercado, aunque si se quiere trabajar con uno en especial se debe instalar antes el plugin correspondiente a ese fabricante proporcionado desde su página web. Si se abre el menú de selección de luminarias, se podrá elegir entre el catálogo online, el catálogo DIALux del fabricante instalado o la posibilidad de subir un archivo de luminaria local. Al seleccionar un fabricante, se despliega una pantalla de búsqueda de luminarias (cada fabricante tiene la suya personalizada) para que busquemos por propiedades, uso a que se destina, familia, nombre, etc. Una vez elegida el modelo de la luminaria, pasaremos al menú de su disposición grupal en campo, en donde se puede elegir la distribución deseada, organización, altura y tipo de montaje. También indican el valor de la iluminancia media \bar{E}_m que se quiere obtener en la sala y que se obtiene de la norma UNE-EN 12464-1: 2012, que es el que toma de inicio el programa para iniciar el cálculo.
4. Inserción de la superficie o puntos de cálculo: en este punto el programa permite introducir unas superficies dentro del local que ayuden a calcular datos luminotécnicos interesantes como el UGR o el cociente de luz diurna. Los valores de iluminancia media, uniformidad luminosa o iluminancias mínimas y máximas los calcula automáticamente al introducir en el primer apartado la altura útil de trabajo y la

disposición de las luminarias en el segundo, aunque también se puede introducir un plano de trabajo. Los puntos de cálculo simulan la vista de un usuario imaginario en un punto concreto del local, de manera que podemos configurar la dirección y altura desde la que mira.

5. Cálculo y resultados: una vez configurado el local, insertado el grupo de luminarias y dispuesto las superficies de cálculo deseadas, se procede a iniciar el cálculo, el cual puede ser estándar o muy exacto (cuanta mayor exactitud más iteraciones y tiempo de cálculo). Para la nave de este proyecto se ha optado por el cálculo estándar pues se ha considerado de suficiente exactitud y menos confuso a la hora de mostrar los resultados. Al acabar el cálculo, DIALux genera unos resultados accesibles a través de su pestaña Outputs (salidas). De todo el conjunto de datos, los más importantes y que por tanto deben cumplir la normativa se ven a través del documento resumen y el documento UGR. Si al comprobar dichos datos, se encuentran fuera de los valores especificados por las tablas de la norma UNE-EN 12546-1: 2012, se procedería a modificar la instalación variando el modelo de luminarias, su disposición, tipo y altura de montaje, etc., hasta que se cumplieran.

Es necesario resaltar que el programa aporta las herramientas y hace los cálculos una vez está configurada la disposición de las luminarias y el local, pero es el usuario o proyectista el que diseña la instalación del alumbrado.

Las características genéricas usadas para todos los locales de la nave y que no por tanto no tienen un impacto significativo a la hora de obtener los resultados del estudio son las siguientes:

- Suelos: material “suelo estándar”, grado de reflexión del 20%, transparencia del 0%.
- Techos: material “techo estándar”, grado de reflexión del 70%, transparencia del 0%.
- Paredes: material “pared estándar”, grado de reflexión del 50%, transparencia del 0%.
- Puertas: material “7044 (Gris Seda)”, grado de reflexión del 48%, transparencia del 0%, salvo la del CT que serán de chapa de acero “Metal estándar”.
- Ventanas: grado de transmisión del 90%, factor de contaminación de 0,70, factor de división con travesaños de 0,90, factor de reducción por luz de incidencia no vertical de 0,80, material “cristal”, grado de reflexión del 6%, transparencia del 90%.
- Factor de mantenimiento genérico de 0,80.

En la tabla a continuación se puede ver un resumen de la configuración más importante para cada local de la nave usada con el programa, donde la potencia total consumida por las luminarias del interior de la nave y el centro de transformación asciende a 4714,4 W:

LOCAL	DIMENSIONES (LxAxAto) (m)	ALT. PLANO ÚTIL (m)	LUMINARIAS UTILIZADAS	DISTRIBUCIÓN LUMINARIAS	TIPO DE MONTAJE	ALTURA DE MONTAJE (m)	Nº LUM	POT/ LUM (W)	POTENCIA TOTAL (W)
PLANTA 1									
Aseo Hombres	2,38 x 2,32 x 3	1,2	Philips DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	2 filas x 2 luminarias	Empotradas	3,121	4	10,8	43,2
Aseo Mujeres	2,38 x 2,32 x 3	1,2	Philips DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	2 filas x 2 luminarias	Empotradas	3,121	4	10,8	43,2
Archivo	6,14 x 2,32 x 3	0,8	Philips RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC	1 fila x 3 luminarias	Empotradas	3,032	3	36	108
Hall P1	11,14 x 3,81 x 3	1,6	Philips DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	3 filas x 6 luminarias	Empotradas	3,121	18	10,8	194,4
Oficinas	8,53 x 6,25 x 3	0,8	Philips RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC	4 filas x 4 luminarias	Empotradas	3,032	16	36	576
Sala Reuniones	5,62 x 6,25 x 3	0,8	Philips RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC	3 filas x 3 luminarias	Empotradas	3,032	9	36	324
PLANTA BAJA									
Taller	L Paredes (42,13, 16,51, 25,53, 6,66, 16,6 y 9,86), altura (4 y 6,5)	1,2	Philips BY470P 1 xGRN130S/840 MB GC	3 filas x 6 luminarias	Suspendidas	5,9	18	87	1566
			Philips WT470C L1600 1 xLED64S/840 VWB	3 filas x 4 luminarias	Adosadas	4	12	46,5	558
Hall PB	10,24 x 2,97 x 4	1,6	Philips DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	2 filas x 4 luminarias, 1 fila x 3 luminarias	Empotradas	4,121	11	10,8	118,8
Recepción	9,63 x 2,97 x 4	0,8	Philips SM134V PSU W20L120 1 xLED27S/840 NOC	2 filas x 3 luminarias	Suspendidas	2,8	6	27	162
Sala CGD	5,42 x 2,97 x 4	1,6	Philips RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC	2 filas x 2 luminarias	Empotradas	4,032	4	36	144
Pasillo	L Paredes (16,48, 1,51, 11,6, 1,45, 4,88 y 2,97), altura 6,5	1,6	Philips SM134V PSU W20L120 1 xLED27S/840 NOC	2 filas x 2 luminarias, 1 fila x 5 luminarias	Suspendidas, adosadas	6 suspendidas, 6,5 adosadas	9	27	243
Aseo Hombres	2,38 x 2,32 x 3	1,2	Philips DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	2 filas x 2 luminarias	Empotradas	3,121	4	10,8	43,2
Aseo Mujeres	2,38 x 2,32 x 3	1,2	Philips DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	2 filas x 2 luminarias	Empotradas	3,121	4	10,8	43,2
Vestuario Hombres	5,68 x 3,77 x 4	1,2	Philips DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	3 filas x 2 luminarias, 4 filas x 2 luminarias	Empotradas	4,121	14	10,8	151,2
Vestuario Mujeres	5,68 x 3,77 x 4	1,2	Philips DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M	3 filas x 2 luminarias, 4 filas x 2 luminarias	Empotradas	4,121	14	10,8	151,2
Almacén	16,48 x 4,1 x 4	1,2	Philips WT470C L1600 1 xLED35S/840 WB	2 filas x 4 luminarias	Adosadas	4	8	24,5	196
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN									
Centro Transform.	5,9 x 2,2 x 2,35	0,8	Philips WT470C L1600 1 xLED35S/840 WB	1 fila x 2 luminarias	Adosadas	2,35	2	24,5	49
							160	4714,4	

Tabla 2.1. Configuración de los locales y luminarias de la nave y del CT para DIALux.

2.1.3 Cálculo luminotécnico del exterior de la nave

Para el estudio luminotécnico del exterior de la nave, es decir, de la parcela exterior, también se ha contado con el software de DIALux versión 4.13.

Se parte del conocimiento de unos datos previos conocidos por el usuario, como son las dimensiones de la parcela, del centro de transformación y de la nave, su orientación o la textura y material del suelo. También es importante conocer la tarea a realizar en exteriores para que se cumplan los valores de la norma UNE-EN 12464-2: 2016 y el estudio sea válido.

Dentro de la interface del programa, DIALux sigue o indica una serie de pasos a seguir para completarle, los cuales son los que siguen:

1. Edición de la escena exterior: se edita la escena exterior compuesta por la parcela, muros, nave y centro de transformación, con la salvedad de que ahora el programa nos permite cargar un plano DWG o DXF como plantilla, lo que facilita en gran cantidad la precisión geométrica del recinto.
2. Inserción de equipamiento y textura: en este paso DIALux nos permite insertar objetos de exterior o del ambiente como árboles, mobiliario urbano, vehículos, elementos de tráfico, etc., para aproximar el estudio lo más posible a la realidad y lograr una mayor precisión en los cálculos. También se pueden definir las texturas y materiales de los elementos editados en el proyecto.
3. Elección e inserción de las luminarias: como ocurría para el estudio de las luminarias de interior, una vez tenemos definido el área de trabajo y sus elementos, se procede a la elección e instalación de las luminarias de exterior. Primero se va al plugin del fabricante deseado y desde allí se elige el modelo en concreto. Al ser el área exterior normalmente menos uniforme e irregular que los locales interiores (la mayoría de forma rectangular), se aconseja instalar una a una las luminarias para ir cubriendo mejor todas las zonas ciegas como las esquinas, aunque también se pueden montar de forma grupal.
4. Inserción de la superficie o puntos de cálculo: una vez instaladas todas las luminarias exteriores, para que se arrojen los resultados deseados se debe insertar una superficie de cálculo que abarque toda la parcela y una serie de puntos de cálculo GR. Estos puntos se situarán en las zonas de la parcela que desee el usuario y simularán la vista en 360° de una persona situada allí, así se tendrán datos en todas las zonas registradas. Además, el programa permite insertar superficies para calcular el cociente de luz diurna, hacer evaluaciones de vías públicas o de vías de evacuación.
5. Cálculo y resultados: al iniciar los cálculos, DIALux nos pregunta como el caso del estudio de interior, si queremos que estos se compilen de manera muy exacta o

estándar, tardando más o menos tiempo en arrojar los datos y variando su precisión. Para este proyecto se ha decidido tomar un cálculo estándar ya que los datos obtenidos se han considerado de suficiente exactitud y precisión para el caso que se requiere. Dicho cálculo visualizará los valores finales del estudio en la pestaña de Outputs (salidas), donde los más importantes a la hora de cumplir la normativa son los que arrojan la superficie de cálculo insertada y los puntos GR situados por toda la parcela. A continuación se iría a las tablas correspondientes de la norma UNE-EN 12464-2: 2016 y se comprobaría que todos los valores se encuentran dentro del marco legislativo. De no ser así se modificaría la instalación cambiando el modelo de luminarias, su situación, tipo de montaje, etc., hasta alcanzar los valores señalados.

La configuración genérica que se ha seguido para la instalación de las luminarias exteriores en DIALux es la siguiente:

- Plantilla de parcela importada de plano DWG.
- Nave editada como "Industria2", dimensiones 42,53 x 20 x 8 m.
- Centro de transformación editado como "cubo", dimensiones 6,08 x 2,38.
- Vallas del recinto editadas como "cuerpos de extrusión", ancho 0,16 m, alto 1,4 m.
- Suelo de la parcela editado como textura "Baldosas-66. Adoquines de cemento".
- Superficie de cálculo de mismas dimensiones que el recinto de la parcela, altura de cálculo (plano de trabajo) a nivel de suelo.
- Se han insertado un total de 28 observadores o puntos GR, distribuidos por toda la parcela (para mayor detalle ver apartado 3.1.4 del Anexo 1 del proyecto).

En la siguiente tabla se puede apreciar un resumen de la tipología de instalación utilizada para las luminarias de exterior, así como el conjunto de sus potencias consumidas, cuyo total asciende a 2597 W:

ZONA	LUMINARIAS UTILIZADAS	TIPO DE MONTAJE	ALTURA MONTAJE (m)	Nº LUM	POT/ LUM (W)	POTENCIA TOTAL (W)
Fachadas de la nave	GE ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C	Sobre pared (proyección)	4,7/6	11	140	1540
Parcela	GE ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C	Sobre poste	4	4	140	560
	Philips BGP340 1xLED92-3S/740 DM	Sobre poste	4	7	71	497
				22		2597

Tabla 2.2. Configuración de las luminarias de exterior para DIALux.

2.1.4 Cálculo del alumbrado de emergencia

El estudio del alumbrado de emergencia para la nave del presente proyecto se ha hecho con el programa Emerlight versión 4.0, desarrollado por el fabricante de componentes y productos para instalaciones eléctricas Legrand. Constituye un software muy preciso y a la vez sencillo de utilizar, que le convierten en una herramienta útil para este tipo de estudios y análisis de instalaciones.

Al iniciar el programa, se despliega un menú de configuración de emergencia en que aparecen por defecto los valores que concuerdan con la norma UNE-EN 1838: 2016 y el REBT en su ITC-BT 28 (se pueden cambiar a criterio del usuario) que son los siguientes:

- Lux sobre la ruta de evacuación: 1 (lux).
- Lux sobre el recinto: 0,5 (lux).
- Factor de conservación: 100.
- Lux mín. en el punto de seguridad: 5 (lux).
- Uniformidad lumínica: 40.

Estos valores constituyen los que por defecto se deben cumplir en las instalaciones de alumbrado de emergencia por norma, tal como se vio en el apartado 1.13.8 de la memoria. Una vez establecidos se empiezan a editar los locales en los que se quiere que esté presente la instalación, en nuestro caso todos los del interior de la nave, de forma individual.

Una vez establecidos estos valores, el estudio con el programa se estructura, al igual que pasaba con DIALux, en varios pasos o partes diferenciadas:

1. Crear/modificar local/área: el primer paso, como ocurría en el estudio de interior, es definir dimensionalmente el local en el que se va a realizar la instalación. Este software permite la subida de una plantilla del mismo en formato DXF para mejorar la precisión de las medidas. Si no es el caso, se configura a mano metiendo las coordenadas correspondientes.
2. Crear puntos de seguridad: se colocan los puntos de seguridad existentes o que se prevé que serán instalados en el local dado. Estos puntos de seguridad pueden ser detectores de incendio, extintores y elementos similares, además de los cuadros de distribución de los que depende el alumbrado.
3. Crear salidas interiores y exteriores: es muy importante en caso de emergencia en un local, conocer la situación de las salidas para acceder a ellas lo más rápido posible. De este modo, el programa identifica las salidas exteriores como aquellas que dan directamente a la calle o exterior de la nave desde el local. Las interiores son aquellas salidas que, dentro de la ruta más corta y segura de evacuación en caso de

emergencia, dan a otros locales dentro de la nave al no existir una salida exterior directa.

4. Crear rutas de evacuación: Emerlight posibilita la opción de crear visual y manualmente las rutas de evacuación más seguras y directas dentro del local, para lo cual lo normal es que estas unan dos o más salidas de emergencia dentro del mismo, facilitando en caso de emergencia el camino más rápido y seguro a seguir por las personas que se encuentren dentro.
5. Elección e instalación de las luminarias: una vez se han identificado e insertado todas las salidas, rutas y puntos de seguridad, se procede a la instalación de las luminarias. Aquí, dentro del programa se abren tres menús de elección de luminaria para elegir el modelo a criterio del usuario, según familia, modelo, tipo de montaje, etc. Uno de los menús permite la elección de las luminarias de las rutas de evacuación y salidas, otro las de los puntos de seguridad y otro las de la iluminación general. Una vez elegidas el programa las coloca en los puntos correspondientes creados en los pasos anteriores.
6. Cálculos y resultados: cuando están todas las luminarias instaladas y se inicia el cálculo, Emerlight arroja por todo el local los datos de iluminancia que proporciona la instalación del alumbrado de emergencia, lanzando un aviso si en algún punto dichos valores no cumplen la normativa correspondiente, y dando la posibilidad de modificar la instalación hasta ajustar todos los datos dentro de los márgenes correctos. Los resultados se pueden mostrar bien en forma de isolíneas, datos en cada punto del local, rango de colores o incluso 3D.

En el apartado 3.2.3 del documento de anexos del proyecto se puede ver con mayor detalle el conjunto de los resultados obtenidos y la situación de las luminarias.

En la tabla que sigue a continuación se puede ver la configuración y el número de elementos creados para cada local con el software de Emerlight versión 4.0, así como las potencias consumidas por las luminarias de emergencia, cuyo total asciende a 473 W:

LOCAL	Nº PUNTOS DE SEGURIDAD	Nº SALIDAS INTERIORES	Nº SALIDAS EXTERIORES	LUMINARIAS UTILIZADAS	TIPO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA	TIPO DE MONTAJE	ALTURA DE MONTAJE (m)	Nº LUM	POT/ LUM (W)	POTENCIA TOTAL (W)
PLANTA 1										
Aseo Hombres	-	1	-	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	Aplique	2,42	1	8	8
Aseo Mujeres	-	1	-	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	Aplique	2,42	1	8	8
Archivo	1	1	-	Legrand URA34 LED/100 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	Aplique	2,42	1	8	8
				Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Puntos de seguridad	Adosada sobre techo	3	1	8	8
Hall Planta 1	1	1	-	Legrand URA34 LED/350 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	Aplique	2,42	1	11	11
				Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Puntos de seguridad	Adosada sobre techo	3	1	8	8
Oficinas	2	1	-	Legrand URA34 LED/150 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	Aplique	2,42	1	8	8
				Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Puntos de seguridad	Adosada sobre techo	3	2	8	16
Sala Reuniones	1	1	-	Legrand URA34 LED/150 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	Aplique	2,42	1	8	8
				Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Puntos de seguridad	Adosada sobre techo	3	1	8	8
PLANTA BAJA										
Taller	5	2	-	Legrand URA34 LED/450 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia/ puntos de seguridad	Aplique	3,42/ 3,92	7	11	77
				Legrand URA34 LED/350 lum 1 h	Puntos de seguridad/ alumbrado general	Aplique	3,92	4	11	44
				Legrand URA34 LED/100 lum 1 h	Alumbrado general	Aplique	3,92	2	8	16
Hall Planta Baja	1	-	1	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia/ puntos de seguridad	Aplique/ adosada sobre techo	2,92 aplicue, 4 adosada	3	8	24
				Legrand URA34 LED/350 lum 1 h	Alumbrado general	Adosada sobre techo	4	1	11	11
Recepción	1	-	1	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de seguridad y salidas de emergencia	Aplique	2,92	2	8	16
				Legrand URA34 LED/350 lum 1 h	Puntos de seguridad	Adosada sobre techo	4	1	11	11
Sala CGD	1	1	-	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia/ puntos de seguridad/ alumbrado general	Aplique/ adosada sobre techo	3,42 aplicue, 4 adosada	3	8	24
Pasillo	2	1	-	Legrand URA34 LED/350 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia/ puntos de seguridad	Aplique	3,42	3	11	33
Aseo Hombres	-	1	-	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	Aplique	2,42	1	8	8
Aseo Mujeres	-	1	-	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	Aplique	2,42	1	8	8
Vestuario Hombres	1	2	-	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia/ puntos de seguridad	Aplique/ adosada sobre techo	3,42 aplicue, 4 adosada	3	8	24
Vestuario Mujeres	1	2	-	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia/ puntos de seguridad	Aplique/ adosada sobre techo	3,42 aplicue, 4 adosada	3	8	24
Almacén	1	2	-	Legrand URA34 LED/200 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	Aplique	3,42	1	8	8
				Legrand URA34 LED/350 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia/ puntos de seguridad	Aplique/ adosada sobre techo	3,42 aplicue, 4 adosada	2	11	22
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN										
Centro de Transformación	1	-	1	Legrand URA34 LED/150 lum 1 h	Rutas de evacuación y salidas de emergencia/ puntos de seguridad	Aplique/ adosada sobre techo	2 aplicue, 2,35 adosada	4	8	32
									52	473

Tabla 2.3. Configuración de los locales y emergencias para Emerlight.

2.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS

A la hora de hacer un dimensionamiento de los conductores que constituyen una instalación eléctrica, es fundamental conocer los valores de las intensidades de línea que circularán por ellos.

A partir de los valores conocidos de las potencias activas que consumen todos los receptores de la instalación, sus tensiones nominales y sus factores de potencia, se pueden calcular las intensidades de línea de cada uno de los conductores que alimentan las cargas mencionadas.

De este modo, si tenemos un receptor monofásico, la intensidad de línea I_n se calculará según la fórmula:

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

Donde P es la potencia activa consumida por el receptor, V su tensión nominal y $\cos \varphi$ su factor de potencia.

Del mismo modo, para hallar dicha intensidad I_n en un receptor trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Donde P es la potencia activa consumida por el receptor trifásico, V su tensión nominal y $\cos \varphi$ su factor de potencia.

Además, para la presente instalación, hay que tener en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT 47 del REBT sobre motores, que dicta que los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. Si los conductores de conexión alimentan a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad mínima la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los restantes.

De este modo, la distribución de los cuadros eléctricos secundarios y del cuadro general de distribución, junto a los consumos de potencias detallados y los cálculos de las intensidades de línea vienen recogidos en las siguientes tablas:

CUADRO SECUNDARIO 1	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE DIMEN.	TENSION (V)	COS ϕ	P CONSUMIDA (W)	Q CONSUMIDA (var)	S CONSUMIDA (VA)	In (A)
MAQUINARIA								
<u>MA2</u> : Torno vertical/taladro	30000	1,25	400 (TRIF.)	0,85	37500	23240,41	44117,65	63,68
<u>MA3</u> : Cizalla guillotina	35000	1,25	400 (TRIF.)	0,8	43750	32812,50	54687,50	78,93
<u>MA4</u> : Tronzadora automática	7460	1,25	400 (TRIF.)	0,85	9325	5779,12	10970,59	15,83
					90575	61832,03	109775,74	158,45

Tabla 2.4. Distribución, consumos e intensidades nominales del cuadro secundario 1.

CUADRO SECUNDARIO 2	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE DIMEN.	TENSION (V)	COS ϕ	P CONSUMIDA (W)	Q CONSUMIDA (var)	S CONSUMIDA (VA)	In (A)
MAQUINARIA								
MA5: Fresadora 3 ejes	16000	1,25	400 (TRIF.)	0,9	20000	9686,44	22222,22	32,08
MA6: Máquina escuadradora	5500	1,25	400 (TRIF.)	0,8	6875	5156,25	8593,75	12,40
MA7: Fresadora copiadora	2200	1,25	400 (TRIF.)	0,8	2750	2062,50	3437,50	4,96
MA8: Prensa electrohidráulica	3000	1,25	400 (TRIF.)	0,8	3750	2812,50	4687,50	6,77
MA9: Limadora de disco	750	1,25	400 (TRIF.)	0,8	937,5	703,13	1171,88	1,69
MA10: Centro de mecanizado	30000	1,25	400 (TRIF.)	0,85	37500	23240,41	44117,65	63,68
					71812,5	43661,23	84230,49	121,58

Tabla 2.5. Distribución, consumos e intensidades nominales del cuadro secundario 2.

CUADRO SECUNDARIO 3	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE DIMEN.	TENSION (V)	COS ϕ	P CONSUMIDA (W)	Q CONSUMIDA (var)	S CONSUMIDA (VA)	In (A)
MAQUINARIA								
<u>MA11</u> : Máquina retestadora	2500	1,25	400 (TRIF.)	0,8	3125	2343,75	3906,25	5,64
<u>MA12</u> : Aspiradora	30000	1,25	400 (TRIF.)	0,85	37500	23240,41	44117,65	63,68
<u>MA13</u> : Aspiradora	30000	1,25	400 (TRIF.)	0,85	37500	23240,41	44117,65	63,68
<u>MA14</u> : Compresor	22000	1,25	400 (TRIF.)	0,8	27500	20625,00	34375,00	49,62
					105625	69449,58	126516,54	182,61

Tabla 2.6. Distribución, consumos e intensidades nominales del cuadro secundario 3.

CUADRO SECUNDARIO 4	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE DIMEN.	TENSION (V)	COS ϕ	P CONSUMIDA (W)	Q CONSUMIDA (var)	S CONSUMIDA (VA)	In (A)
ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR								
Circuito Alumbrado 1: Hall PB, baños P1 y hall P1	399,6	1	230 (MONO.)	1	399,6	0,00	399,60	1,74
Circuito Alumbrado 2: Recepción y sala CGD	306	1	230 (MONO.)	1	306	0,00	306,00	1,33
Circuito Alumbrado 3: Pasillo, baños PB y vestuarios	631,8	1	230 (MONO.)	1	631,8	0,00	631,80	2,75
Circuito Alumbrado 4: Taller zona este y almacén	754	1	230 (MONO.)	1	754	0,00	754,00	3,28
Circuito Alumbrado 5: Mitad taller zona oeste	783	1	230 (MONO.)	1	783	0,00	783,00	3,40
Circuito Alumbrado 6: Mitad taller zona oeste	783	1	230 (MONO.)	1	783	0,00	783,00	3,40
Circuito Alumbrado 7: Archivo, oficinas y sala de reuniones	1008	1	230 (MONO.)	1	1008	0,00	1008,00	4,38
Circuito Alumbrado 8: Alumbrado exterior sur	1335	1	230 (MONO.)	1	1335	0,00	1335,00	5,80
Circuito Alumbrado 9: Alumbrado exterior norte	1262	1	230 (MONO.)	1	1262	0,00	1262,00	5,49
ALUMBRADO DE EMERGENCIA								
Circuito Alumbrado 10: Emergencias hall PB, recepción, sala CGD y pasillo	108	1	230 (MONO.)	1	108	0,00	108,00	0,47
Circuito Alumbrado 11: Emergencias almacén, baños PB y vestuarios	116	1	230 (MONO.)	1	116	0,00	116,00	0,50
Circuito Alumbrado 12: Emergencias taller	115	1	230 (MONO.)	1	115	0,00	115,00	0,50
Circuito Alumbrado 13: Emergencias P1 y cuadro CS4	102	1	230 (MONO.)	1	102	0,00	102,00	0,44
TOMAS DE CORRIENTE								
Circuito Tomas Corriente 1: Tomas mono. hall PB, recepción, sala CGD, pasillo, baños PB y vestuarios y MA1	5500	1	230 (MONO.)	0,85	5500	3408,59	6470,59	28,13
Circuito Tomas Corriente 2: Tomas monofásicas taller y almacén	5000	1	230 (MONO.)	0,85	5000	3098,72	5882,35	25,58
Circuito Tomas Corriente 3: Tomas trifásicas taller y almacén	8500	1	400 (TRIF.)	0,85	8500	5267,83	10000,00	14,43
Circuito Tomas Corriente 4: Tomas monofásicas P1	5500	1	230 (MONO.)	0,85	5500	3408,59	6470,59	28,13
					32203,4	15183,74	36526,93	129,77

Tabla 2.7. Distribución, consumos e intensidades nominales del cuadro secundario 4.

CUADRO	ALIMENTA	P CONSUMIDA (W)	Q CONSUMIDA (var)	S CONSUMIDA (VA)	In (A)	
					SIN ECR	CON ECR
CUADRO SECUNDARIO 1	MAQUINARIA MA2 A MA4	90575,00	61832,03	109775,74	158,45	
CUADRO SECUNDARIO 2	MAQUINARIA MA5 A MA10	71812,50	43661,23	84230,49	121,58	
CUADRO SECUNDARIO 3	MAQUINARIA MA11 A MA14	105625,00	69449,58	126516,54	182,61	
CUADRO SECUNDARIO 4	MA1, ALUMBRADO INTERIOR, EXTERIOR, DE EMERGENCIA Y TOMAS DE CORRIENTE	32203,40	15183,74	36526,93	129,77	
EQUIPO DE COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA (ECR)	BATERIA DE CONDENSADORES PARA CORRECCIÓN DEL COS ϕ	-	105543,55 var (cap)	-	152,34	
CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	CUADROS SECUNDARIOS 1, 2, 3 Y 4 Y BATERIA DE CONDENSADORES	300215,90	SIN ECR 190126,57 CON ECR 84583,02	SIN ECR 357049,70 CON ECR 311903,63	SIN ECR 592,40 CON ECR 744,74	

Tabla 2.8. Distribución, consumos e intensidades nominales del cuadro general de distribución.

2.3 DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES Y CANALIZACIONES

2.3.1 Introducción

Como se explica en el apartado 1.10.4 de la memoria, el criterio de dimensionado de los conductores que componen la instalación se ha hecho en base a dos factores determinantes: el calentamiento del conductor (intensidad máxima admisible) y la caída de tensión máxima admisible de la línea.

De este modo, se verificará que las corrientes nominales que circulen por cada conductor no sobrepasen los valores máximos admisibles según la norma UNE-HD 60364-5-52: 2014, distinguiendo para cada caso la tipología de instalación realizada, los factores de corrección que haya que tener en cuenta y los materiales tanto de los conductores como de los aislantes. Las fórmulas utilizadas para el cálculo de estas intensidades nominales son las siguientes, recogiendo las tablas del apartado 2.2 de los cálculos dichos valores:

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad (\text{monofásica})$$

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad (\text{trifásica})$$

Siendo P la potencia activa consumida por el receptor o receptores del circuito, V su tensión nominal y $\cos \varphi$ su factor de potencia.

A la hora de estudiar el criterio por calentamiento del conductor, habría que considerar también la intensidad de cortocircuito que circula por él debido a un fallo de corto, el cual genera un pico muy alto de intensidad en un periodo de tiempo efímero, con un consiguiente pico de temperatura muy elevado. Sin embargo, para instalaciones interiores de baja tensión esto no se suele tener en cuenta ya que se considera que la corriente y el calentamiento producidos no llegan a valores peligrosos antes de que actúen las protecciones correspondientes.

En lo referente a las caídas de tensión máximas permitidas, la ITC-BT 19 del REBT, en su apartado 2.2.2, establece que para las instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que estas caídas admisibles en la instalación interior de baja tensión tendrán unos valores máximos acumulados del 4,5% para el alumbrado y del 6,5% para el resto de usos. En el

caso de la derivación individual, este valor no superará el 1,5% para instalaciones que como la presente no constan de líneas generales de alimentación, según lo establecido en la ITC-BT 15 del REBT.

Además, en añadido a los márgenes marcados por el reglamento, en los cálculos realizados se han tomado como referencia unos valores porcentuales de caídas de tensión máximos del 1% para las líneas de alimentación secundarias a los cuadros secundarios, 2% para los circuitos interiores de alumbrado y 4% para los circuitos interiores del resto de cargas.

Se debe mencionar también que el principal causante de la caída de tensión en las líneas es la resistencia que ofrecen los conductores al paso de la corriente eléctrica, pero no es el único. Fenómenos como los producidos por los efectos de la autoinducción, inducción mutua y capacidad, traducidos en las reactancias que los conductores también poseen, ayudan a aumentar esos valores de caídas. Para el presente proyecto no se ha considerado el efecto de estas reactancias, al ser su valor muy pequeño en comparación con la resistencia mencionada al paso de la corriente.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la sección por caída de tensión son las siguientes:

$$S_{\text{cdt}} = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\sigma \cdot \Delta V \cdot V} \quad (\text{monofásica})$$

$$S_{\text{cdt}} = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot \Delta V \cdot V} \quad (\text{trifásica})$$

Donde las variables que aparecen y sus unidades se definen:

- L es la longitud del circuito (m).
- P es la potencia activa consumida por el receptor o receptores (W).
- σ es la conductividad de los conductores de las líneas (m/Ω.mm²).
- V es la tensión a que está sometida la carga, 400 en trifásica o 230 en monofásica (V).
- ΔV es la caída de tensión de la línea (V).
- I_n es la intensidad nominal que circula por la línea (A).
- $\cos \phi$ es el factor de potencia de la carga o cargas en cuestión (adimen.).

Los valores de las caídas de tensión marcados por el REBT son datos porcentuales que se introducen en las fórmulas expuestas, de manera que se tendrá:

$$\Delta V = \frac{\Delta V(\%) \cdot V}{100}$$

2.3.2 Dimensionado de los conductores de las líneas

Una vez vistas las fórmulas a utilizar, se expone como ejemplos el cálculo llevado a cabo para dimensionar la línea que constituye la derivación individual, la línea de alimentación para el cuadro secundario 1 y el circuito interior que alimenta a MA2. El resto de cálculos para el resto de líneas de la instalación siguen el mismo procedimiento, y vienen recogidos en las tablas 2.9, 2.10, 2.11 y 2.12.

Para la derivación individual que alimenta el cuadro general de distribución (CGD) desde el centro de transformación, constituida por una terna de cables unipolares enterrados bajo tubo, se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- Material de los conductores de cobre.
- Material de los aislamientos de XLPE (polietileno reticulado), el cual nos permite una máxima temperatura en régimen permanente de 90 °C.
- Temperatura del terreno a 25 °C.
- Profundidad de la instalación a 0,7 m.
- Resistividad térmica del terreno de 1 K.m/W.

Además, atendiendo a la instrucción técnica ITC-BT 07 del REBT (redes subterráneas para distribución en baja tensión), para este tipo de instalaciones enterradas bajo tubos, se debe aplicar un factor de corrección de 0,8 a la hora de hacer el dimensionado de los conductores.

Se procede al cálculo para el criterio de intensidad máxima admisible, teniendo en cuenta la máxima potencia activa que tenemos en la instalación y el factor de potencia definitivo para la misma:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi \cdot F_c} = \frac{300215,9}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,96 \cdot 0,8} = 564,22 \text{ A}$$

Con este valor de corriente nominal, según la tabla 5 de la ITC-BT 07, la sección obtenida para los conductores de cobre con aislamiento de XLPE es de 300 mm², la cual permite una intensidad máxima admisible de 620 A.

La sección obtenida por el cálculo a través de la máxima caída de tensión permitida según la ITC-BT 15 será:

$$S_{\text{cdt}} = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot \Delta V \cdot V \cdot F_c} = \frac{40,68 \cdot 300215,9}{44 \cdot \frac{1,5 \cdot 400}{100} \cdot 400 \cdot 0,8} = 144,56 \text{ mm}^2$$

Donde $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ (conductividad del cobre a 90 °C, temperatura marcada como supuesto más desfavorable para el aislante de XLPE en régimen permanente) y $\Delta V = 1,5\%$ (marcada por la ITC-BT 15).

Yendo a la citada tabla 5, según el cálculo anterior la sección nominal sería de 150 mm², la cual no es viable al soportar una corriente máxima de 425 A, insuficiente es este caso.

Por lo tanto, como sección nominal se escoge la de 300 mm² por ser la que cumple ambos criterios.

La selección del neutro de la derivación individual nos la indica la tabla 1 de la ITC-BT 07 del REBT, que para este caso debe tener una sección mínima de 150 mm². Se ha decidido elegir una de 240 mm² para tener un margen de seguridad y calidad en la instalación.

De este modo la configuración de la derivación individual será 3x300/240 mm² en Cu/XLPE y tensión asignada 0,6/1 kV.

Si se quiere hallar la caída de tensión que tendremos con la sección elegida, se sustituye en la fórmula anterior obteniendo:

$$\Delta V = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S_n \cdot V \cdot F_c} = \frac{40,68 \cdot 300215,9}{44 \cdot 300 \cdot 400 \cdot 0,8} = 2,89 \text{ V}$$

Que en valor porcentual resulta:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{V} = \frac{2,89 \cdot 100}{400} = 0,72\%$$

Se comprueba así que cumple el valor fijado por la ITC-BT 15 y está por debajo del 1,5%.

Para dimensionar la línea de alimentación secundaria 1 que conecta el cuadro general de distribución con el cuadro secundario 1, así como las demás líneas secundarias y circuitos interiores, se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- Temperatura del terreno a 25 °C.
- Temperatura ambiente de 40 °C en el aire.
- Profundidad de instalación de los circuitos enterrados de 0,7 m.
- Resistividad térmica del terreno de 2,5 K.m/W.

Atendiendo al tipo de instalación que se lleve a cabo, así como al número de conductores cargados y tipo de aislamiento, y una vez realizados ambos cálculos por intensidad máxima admisible y caída de tensión, la tabla 1 de la ITC-BT 19 nos indica la sección a elegir en cada caso.

El circuito que alimenta al cuadro secundario 1 está montado en bandeja perforada sobre pared, por lo que atiende al método de instalación F de la instrucción mencionada, y está constituido por 3 conductores cargados de cobre aislados con XLPE. Siguiendo estas premisas, y basándonos en las fórmulas vistas con anterioridad para el dimensionado de la derivación individual, tenemos:

$$S_{\text{cdt}} = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{43,97 \cdot 90575}{44 \cdot \frac{1 \cdot 400}{100} \cdot 400} = 56,57 \text{ mm}^2$$

Donde $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ (conductividad del cobre a 90 °C, temperatura marcada como supuesto más desfavorable para el aislante de XLPE en régimen permanente) y $\Delta V = 1 \%$ (criterio seguido por el proyectista).

Yendo a la tabla 1 de la ITC-BT 19 con la configuración marcada, la sección resultante es de 70 mm².

Si se quiere conocer la sección según la máxima corriente admisible, se debe conocer la corriente nominal que va a circular por la línea. Este valor ya ha sido calculado en el apartado 2.2 y se puede comprobar en la tabla 2.4 que corresponde a 158,45 A.

Para una instalación del circuito sobre bandeja perforada (F), conductores de cobre, aislamiento 3 x XLPE y una corriente máxima de 158,45 A, la sección que nos marca la tabla 1 es de 50 mm².

Por lo tanto, se elige la mayor sección que cumpla con ambos requisitos marcados, es decir, la de 70 mm².

Según la instrucción técnica ITC-BT 19 del REBT, en su apartado 2.2.2 indica que las secciones de los neutros de las líneas que componen las instalaciones interiores serán como mínimo iguales a las de los conductores de fase, siempre y cuando dichas instalaciones no demanden mediante cálculos justificativos otros valores. Esta disposición se aplica para tener en cuenta las corrientes armónicas que originan las cargas no lineales y los posibles desequilibrios en los circuitos.

De esta manera, para el caso de la línea de alimentación del cuadro secundario 1, el neutro seleccionado tendrá una sección de 70 mm², siendo la tipología de la línea 3x70/70 mm² Cu/XLPE y tensión asignada de 0,6/1 kV.

La caída de tensión de la línea resulta con estas secciones:

$$\Delta V = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S_n \cdot V} = \frac{43,97 \cdot 90575}{44 \cdot 70 \cdot 400} = 3,23 \text{ V}$$

Que en valor porcentual resulta:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{V} = \frac{3,23 \cdot 100}{400} = 0,81\%$$

Si se analiza el cálculo para el último ejemplo mencionado del circuito interior que alimenta a la máquina MA2, tendremos que por caída de tensión:

$$S_{\text{cdt}} = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot \Delta V \cdot V} = \frac{12,50 \cdot 37500}{44 \cdot \frac{4 \cdot 400}{100} \cdot 400} = 1,66 \text{ mm}^2$$

Donde $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ (conductividad del cobre a 90 °C, temperatura marcada como supuesto más desfavorable para el aislante de XLPE en régimen permanente) y $\Delta V = 4 \%$ (criterio seguido por el proyectista).

La tabla 1 de la ITC-BT 19 nos da para este cálculo, considerando como materiales Cu/XLPE y una instalación en canal empotrado en el suelo (B1), una sección de 2,5 mm².

La intensidad nominal que circula por el circuito es de 63,68 A (ver tabla 2.4), por lo que yendo a la misma tabla con los parámetros expuestos de la línea, tendremos que la sección en base

al criterio de intensidad máxima admisible es de 16 mm², que será la elegida al ser la de mayor valor.

La configuración del circuito interior que alimenta a MA2 teniendo en cuenta el criterio de neutro marcado por la ITC-BT 19 en instalaciones interiores será 3x16/16 mm² Cu/XLPE con tensión asignada 0,6/1kV.

En este caso la caída de tensión será:

$$\Delta V = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S_n \cdot V \cdot F_c} = \frac{12,50 \cdot 37500}{44 \cdot 16 \cdot 400} = 1,66 \text{ V}$$

Con un valor porcentual correspondiente:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{V} = \frac{1,66 \cdot 100}{400} = 0,42\%$$

A modo de comprobación de que se cumplen los valores establecidos de caídas de tensión acumuladas hasta las cargas, una vez conocidos todos los valores porcentuales de estas se verifica que para caso:

- ΔV acumulada (%) $\leq 4,5\%$ para alumbrado.
- ΔV acumulada (%) $\leq 6,5\%$ para el resto de cargas.

De esta manera, para MA2 se considerarán las caídas de la derivación individual, de la línea de alimentación hasta el cuadro secundario 1 y de su propio circuito interior:

$$\begin{aligned} \Delta V \text{ acumulada para MA2 (\%)} &= \Delta V \text{ DI (\%)} + \Delta V \text{ LAS1 (\%)} + \Delta V \text{ CI MA2 (\%)} = \\ &= 0,72\% + 0,81\% + 0,42\% = 1,95\% \leq 6,5\% \end{aligned}$$

Se comprueba por tanto que cumple el criterio marcado por el REBT.

El resto de cálculos y valores obtenidos para todas las líneas de la instalación se muestran en las siguientes tablas:

Línea	Tipo de línea	Potencia Consum. (W)	In (A)	Longitud (m)	Material Conductores/Aislantes	Método de instalación (ITC-BT 19)	Sección nominal por In (mm ²)	Criterio cdt máx. (%)	Sección calculada por cdt (mm ²)	Sección nominal por cdt (mm ²)	Secciones nominales elegidas (mm ²)	I máx. admisi. (A)	Cdt (V)	Cdt (%)	Cdt acum. (%)	Cdt acum. máx. REBT (%)
Derivación individual	Trif.	300215,90	564,22	40,68	Cobre/XLPE	Enterrada bajo tubo	300	1,5	144,56	150	3x300/240	620	2,89	0,72	0,72	≤ 1,5 %
Línea alimentación secundaria 1 (CGD-CS1)	Trif.	90575,00	158,45	43,97	Cobre/XLPE	F	50	1	56,57	70	3x70/70	243	3,23	0,81	1,53	-
Circuito MA2	Trif.	37500,00	63,68	12,50	Cobre/XLPE	B1	16	4	1,66	2,5	3x16/16	77	1,66	0,42	1,95	≤ 6,5 %
Circuito MA3	Trif.	43750,00	78,93	7,54	Cobre/XLPE	B1	25	4	1,17	1,5	3x25/25	100	0,75	0,19	1,72	≤ 6,5 %
Circuito MA4	Trif.	9325,00	15,83	2,94	Cobre/XLPE	B1	1,5	4	0,10	1,5	3x1,5/1,5	17,5	1,04	0,26	1,79	≤ 6,5 %
Línea alimentación secundaria 5 (CGD-ECR)	Trif.	-	152,34	1,25	Cobre/XLPE	F	95	-	-	-	3x95/95	298	-	-	-	-

Tabla 2.9. Cálculo de secciones y caídas de tensión de las líneas de alimentación al cuadro secundario 1 y el equipo de compensación de reactiva y sus respectivas cargas.

Línea	Tipo de línea	Potencia Consum. (W)	In (A)	Longitud (m)	Material Conductores/Aislantes	Método de instalación (ITC-BT 19)	Sección nominal por In (mm²)	Criterio cdt máx. (%)	Sección calculada por cdt (mm²)	Sección nominal por cdt (mm²)	Secciones nominales elegidas (mm²)	I máx. admisi. (A)	Cdt (V)	Cdt (%)	Cdt acum. (%)	Cdt acum. máx. REBT (%)
Derivación individual	Trif.	300215,90	564,22	40,68	Cobre/XLPE	Enterrada bajo tubo	300	1,5	144,56	150	3x300/240	620	2,89	0,72	0,72	≤ 1,5 %
Línea alimentación secundaria 2 (CGD-CS2)	Trif.	71812,50	121,58	10,24	Cobre/XLPE	F	35	1	10,45	16	3x35/35	153	1,19	0,30	1,02	-
Circuito MA5	Trif.	20000,00	32,08	15,10	Cobre/XLPE	B1	6	4	1,07	1,5	3x6/6	41	2,86	0,72	1,74	≤ 6,5 %
Circuito MA6	Trif.	6875,00	12,40	13,08	Cobre/XLPE	B1	1,5	4	0,32	1,5	3x1,5/1,5	17,5	3,41	0,85	1,87	≤ 6,5 %
Circuito MA7	Trif.	2750,00	4,96	5,56	Cobre/XLPE	B1	1,5	4	0,05	1,5	3x1,5/1,5	17,5	0,58	0,15	1,17	≤ 6,5 %
Circuito MA8	Trif.	3750,00	6,77	8,63	Cobre/XLPE	B1	1,5	4	0,11	1,5	3x1,5/1,5	17,5	1,23	0,31	1,33	≤ 6,5 %
Circuito MA9	Trif.	937,50	1,69	9,71	Cobre/XLPE	B1	1,5	4	0,03	1,5	3x1,5/1,5	17,5	0,34	0,09	1,11	≤ 6,5 %
Circuito MA10	Trif.	37500,00	63,68	20,50	Cobre/XLPE	B1	16	4	2,73	4	3x16/16	77	2,73	0,68	1,70	≤ 6,5 %

Tabla 2.10. Cálculo de secciones y caídas de tensión de la línea de alimentación al cuadro secundario 2 y sus respectivas cargas.

Línea	Tipo de línea	Potencia Consum. (W)	In (A)	Longitud (m)	Material Conductores/Aislantes	Método de instalación (ITC-BT 19)	Sección nominal por In (mm²)	Criterio cdt máx. (%)	Sección calculada por cdt (mm²)	Sección nominal por cdt (mm²)	Secciones nominales elegidas (mm²)	I máx. admisi. (A)	Cdt (V)	Cdt (%)	Cdt acum. (%)	Cdt acum. máx. REBT (%)
Derivación individual	Trif.	300215,90	564,22	40,68	Cobre/XLPE	Enterrada bajo tubo	300	1,5	144,56	150	3x300/240	620	2,89	0,72	0,72	≤ 1,5 %
Línea alimentación secundaria 3 (CGD-CS3)	Trif.	105625,00	182,61	11,51	Cobre/XLPE	F	50	1	17,27	25	3x50/50	188	1,38	0,35	1,07	-
Circuito MA11	Trif.	3125,00	5,64	3,71	Cobre/XLPE	B1	1,5	4	0,04	1,5	3x1,5/1,5	17,5	0,44	0,11	1,18	≤ 6,5 %
Circuito MA12	Trif.	37500,00	63,68	6,55	Cobre/XLPE	B1	16	4	0,87	1,5	3x16/16	77	0,87	0,22	1,29	≤ 6,5 %
Circuito MA13	Trif.	37500,00	63,68	9,34	Cobre/XLPE	B1	16	4	1,24	1,5	3x16/16	77	1,24	0,31	1,38	≤ 6,5 %
Circuito MA14	Trif.	27500,00	49,62	11,22	Cobre/XLPE	B1	10	4	1,10	1,5	3x10/10	57	1,75	0,44	1,51	≤ 6,5 %

Tabla 2.11. Cálculo de secciones y caídas de tensión de la línea de alimentación al cuadro secundario 3 y sus respectivas cargas.

Línea	Tipo de línea	Potencia Consum. (W)	In (A)	Longitud (m)	Material Conductores/Aislantes	Método de instalación (ITC-BT 19)	Sección nominal por in (mm²)	Criterio cdt máx. (%)	Sección calculada por cdt (mm²)	Sección nominal elegida (mm²)	I máx. admisi. (A)	Cdt (V)	Cdt (%)	Cdt acum. (%)	Cdt acum. máx. REBT (%)
Derivación individual	Trif.	300215,90	564,22	40,68	Cobre/XLPE	Enterrada bajo tubo	300	1,5	144,56	150	620	2,89	0,72	0,72	≤ 1,5 %
Línea alimentación secundaria 4 (CGD-CS4)	Trif.	32203,40	129,77	31,91	Cobre/XLPE	F	35	1	14,60	16	153	1,67	0,42	1,14	-
Circuito alumbrado 1	Mono.	399,60	1,74	25,89	Cobre/XLPE	B2	1,5	2	0,44	1,5	17,5	1,36	0,59	1,73	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 2	Mono.	306,00	1,33	36,72	Cobre/XLPE	B2	1,5	2	0,48	1,5	17,5	1,48	0,64	1,78	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 3	Mono.	631,80	2,75	59,09	Cobre/XLPE	B2	1,5	2	1,60	2,5	24	2,95	1,28	2,42	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 4	Mono.	754,00	3,28	57,70	Cobre/XLPE	B2	1,5	2	1,87	2,5	24	3,44	1,50	2,64	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 5	Mono.	783,00	3,40	72,61	Cobre/XLPE	B1	1,5	2	2,44	2,5	28	4,49	1,95	3,09	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 6	Mono.	783,00	3,40	65,68	Cobre/XLPE	B1	1,5	2	2,21	2,5	28	4,07	1,77	2,91	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 7	Mono.	1008,00	4,38	39,23	Cobre/XLPE	B2	1,5	2	1,70	2,5	24	3,13	1,36	2,50	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 8	Mono.	1335,00	5,80	69,95	Cobre/XLPE	B1/D1	1,5	2	4,01	6	49	2,72	1,18	2,32	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 9	Mono.	1262,00	5,49	93,10	Cobre/XLPE	B1/D1	1,5	2	5,05	6	49	3,87	1,68	2,82	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 10	Mono.	108,00	0,47	43,84	Cobre/XLPE	B1	1,5	2	0,20	1,5	20	0,62	0,27	1,41	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 11	Mono.	116,00	0,50	53,83	Cobre/XLPE	B1	1,5	2	0,27	1,5	20	0,82	0,36	1,50	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 12	Mono.	115,00	0,50	63,67	Cobre/XLPE	B1	1,5	2	0,31	1,5	20	0,96	0,42	1,56	≤ 4,5 %
Circuito alumbrado 13	Mono.	102,00	0,44	36,42	Cobre/XLPE	B1	1,5	2	0,16	1,5	20	0,49	0,21	1,35	≤ 4,5 %
Circuito tomas de corriente 1	Mono.	5500,00	28,13	59,03	Cobre/XLPE	B1	4	4	6,97	10	68	6,42	2,79	3,93	≤ 6,5 %
Circuito tomas de corriente 2	Mono.	5000,00	25,58	53,82	Cobre/XLPE	B1	2,5	4	5,78	6	49	8,86	3,85	4,99	≤ 6,5 %
Circuito tomas de corriente 3	Trif.	8500,00	14,43	53,15	Cobre/XLPE	B1	1,5	4	1,60	2,5	24	10,27	2,57	3,71	≤ 6,5 %
Circuito tomas de corriente 4	Mono.	5500,00	28,13	38,48	Cobre/XLPE	B1	4	4	4,55	6	49	6,97	3,03	4,17	≤ 6,5 %

Tabla 2.12. Cálculo de secciones y caídas de tensión de la línea de alimentación al cuadro secundario 4 y sus respectivas cargas.

2.3.3 Dimensionado de las canalizaciones y tubos de las líneas

Las líneas de la instalación, dependiendo de las geometrías de las salas y zonas de la nave, de las disposiciones y normativa marcadas por el REBT y de la configuración de sus conductores, se han montado sobre distintos tipos o métodos de canalización fija. Estos métodos vienen clasificados en la ITC-BT 19, en base a las especificaciones de la tabla A.52.3 de la norma UNE-EN 60364-5-52: 2014, la cual los describe proporcionando las indicaciones para determinar las corrientes máximas admisibles de los conductores.

De este modo, para la instalación de este proyecto, la derivación individual se ha soterrado bajo tubo, las líneas de alimentación a los cuadros secundarios se han instalado sobre bandejas perforadas de PVC adosadas a las paredes, los circuitos que conectan la maquinaria del taller se han dispuesto en canales empotrados en el suelo y los receptores del cuadro secundario 4 reciben alimentación de los conductores dispuestos empotrados en pared, a través de falso techo o en canales de PVC adosados a paredes y techo.

Para elegir los tubos correspondientes se han seguido las pautas indicadas por la ITC-BT 21 del REBT sobre tubos y canales protectores, que indica, en base a la sección nominal de los conductores de las líneas y el tipo de montaje, el diámetro exterior del tubo a utilizar (se toma el diámetro externo como diámetro nominal). También especifica, en base a la norma UNE-EN Serie 61386, qué características deben de tener en cada caso, como la resistencia a compresión, resistencia al impacto, resistencia al curvado, propiedades eléctricas de aislamiento, etc.

Las tablas correspondientes de la instrucción técnica mencionada a utilizar en base al método de montaje son:

- Tubos en canalizaciones fijas en superficie → tablas 1 y 2.
- Tubos en canalizaciones empotradas → tablas 3, 4 y 5.
- Canalizaciones aéreas o con tubos al aire → tablas 6 y 7.
- Tubos en canalizaciones enterradas → tablas 8 y 9.

Para dimensionar los canales, zanjas, bandejas y demás elementos de canalización de las líneas, se han tenido en cuenta las configuraciones y composiciones de los circuitos, la geometría de cada tramo y la disposiciones generales de seguridad y funcionamiento marcadas por el REBT.

En las siguientes tablas se detallan todos los métodos elegidos para las líneas que constituyen la instalación, así como una descripción de los mismos y el dimensionado del entubado:

Línea	Método/ Ref. ITC-BT 19	Descripción del método de instalación	Diám. nominal mínimo tubo ITC-BT 21	Tubo elegido
Derivación individual	-	Enterrada bajo tubo a 0,65 m de profundidad	No especific.	PEAD libre halógenos curvable, Dn = 315 mm
Línea alimentación secundaria 1 (CGD-CS1)	F/31	En bandeja perforada de PVC y medidas 60x100 mm adosada sobre la pared	-	Sin tubo
Línea alimentación secundaria 2 (CGD-CS2)	F/31	En bandeja perforada de PVC y medidas 60x75 mm adosada sobre la pared	-	Sin tubo
Línea alimentación secundaria 3 (CGD-CS3)	F/31	En bandeja perforada de PVC y medidas 60x75 mm adosada sobre la pared	-	Sin tubo
Línea alimentación secundaria 4 (CGD-CS4)	F/31	En bandeja perforada de PVC y medidas 60x75 mm adosada sobre la pared	-	Sin tubo
Línea alimentación secundaria 5 (CGD-ECR)	F/31	En bandeja perforada de PVC y medidas 60x100 mm adosada sobre la pared	-	Sin tubo

Tabla 2.13. Métodos de instalación y entubado de las líneas de alimentación secundarias y la derivación individual.

Línea	Método/ Ref. ITC-BT 19	Descripción del método de instalación	Diám. nominal mínimo tubo ITC-BT 21	Tubo elegido
Circuito MA2	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA3	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA4	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA5	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA6	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA7	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA8	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA9	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA10	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA11	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA12	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA13	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo
Circuito MA14	B1/50	En canal de 0,4 m de ancho empotrado en el suelo a 0,6 m de profundidad	-	Sin tubo

Tabla 2.14. Métodos de instalación y entubado de los circuitos de la maquinaria del taller.

Línea	Método/ Ref. ITC-BT 19	Descripción del método de instalación	Diám. nominal mínimo tubo ITC-BT 21	Tubo elegido
Circuito alumbrado 1	B2/42	En tubo a través de falso techo	12	PVC corrugado, aislante y curvable, Dn = 16 mm
Circuito alumbrado 2	B2/42	En tubo a través de falso techo	12	PVC corrugado, aislante y curvable, Dn = 16 mm
Circuito alumbrado 3	B2/42	En tubo a través de falso techo	16	PVC corrugado, aislante y curvable, Dn = 16 mm
Circuito alumbrado 4	B2/42	En tubo a través de falso techo	16	PVC corrugado, aislante y curvable, Dn = 16 mm
Circuito alumbrado 5	B1/6	En canal protectora de PVC y medidas 16x16 mm adosada al techo	-	Sin tubo
Circuito alumbrado 6	B1/6	En canal protectora de PVC y medidas 16x16 mm adosada al techo	-	Sin tubo
Circuito alumbrado 7	B2/42	En tubo a través de falso techo	16	PVC corrugado, aislante y curvable, Dn = 16 mm
Circuito alumbrado 8	B1/59 y D1/71	En tubo empotrado en la pared/ Enterrada bajo tubo a 0,65 m de profundidad	16/50	Dn empot= 25mm Dn enterr = 50 mm
Circuito alumbrado 9	B1/59 y D1/71	En tubo empotrado en la pared/ Enterrada bajo tubo a 0,65 m de profundidad	16/50	Dn empot= 25mm Dn enterr = 50 mm
Circuito alumbrado 10	B1/6	En canal protectora de PVC y medidas 16x16 mm adosada a la pared	-	Sin tubo
Circuito alumbrado 11	B1/6	En canal protectora de PVC y medidas 16x16 mm adosada a la pared	-	Sin tubo
Circuito alumbrado 12	B1/6	En canal protectora de PVC y medidas 16x16 mm adosada a la pared	-	Sin tubo
Circuito alumbrado 13	B1/6	En canal protectora de PVC y medidas 16x16 mm adosada a la pared	-	Sin tubo
Circuito tomas de corriente 1	B1/59	En tubo empotrado en la pared	25	PVC corrugado, aislante y curvable, Dn = 25 mm
Circuito tomas de corriente 2	B1/59	En tubo empotrado en la pared	16	PVC corrugado, aislante y curvable, Dn = 16 mm
Circuito tomas de corriente 3	B1/59	En tubo empotrado en la pared	20	PVC corrugado, aislante y curvable, Dn = 25 mm
Circuito tomas de corriente 4	B1/59	En tubo empotrado en la pared	16	PVC corrugado, aislante y curvable, Dn = 16 mm

Tabla 2.15. Métodos de instalación y entubado de los circuitos de alumbrado y tomas de corriente.

2.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO Y LAS PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN

El correcto dimensionamiento de las protecciones de la instalación es fundamental para el adecuado funcionamiento de esta. Para ello, los dispositivos de protección se eligen de acuerdo a los valores ya calculados de las intensidades nominales y máximas admisibles de los circuitos y también de las corrientes de cortocircuito que pueden aparecer en las líneas, como se vio en los criterios de selección del apartado 1.14 de la memoria.

2.4.1 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de estas intensidades se ha procedido mediante el método de las impedancias, obteniendo para un punto de cortocircuito concreto la impedancia aguas abajo del transformador más la total de la línea hasta ese punto, sumando los términos de resistencia y reactancia inductiva por separado. De modo que si tenemos un fallo en un punto A, la impedancia total hasta él será:

$$Z_A = \sqrt{(R_{\text{trafo}} + R_{\text{línea}})^2 + (X_{\text{trafo}} + X_{\text{línea}})^2}$$

Dentro del cálculo es importante distinguir entre las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas pues son conceptos diferentes. La máxima se dará en un punto situado inmediatamente aguas abajo del dispositivo de protección y corresponde a un cortocircuito trifásico de la línea, cuya expresión es:

$$I_{cc \text{ máx}} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot Z_T}$$

Donde V_2 corresponde a la tensión secundaria del transformador en vacío (420 V) y Z_T a la impedancia total hasta el punto del cortocircuito. Permite entre otras cosas determinar el poder de corte de los dispositivos de protección, el poder de cierre de la aparamenta o las sollicitaciones electrodinámicas de los conductores.

La corriente de cortocircuito mínima permite conocer si el conductor queda protegido para toda su longitud frente a la aparición de cortocircuitos, y su cálculo se sitúa para el punto final de la línea a proteger, siendo el fallo considerado de tipo fase-neutro:

$$I_{cc \text{ mín}} = \frac{V_F}{2 \cdot Z_T}$$

Donde V_F es la tensión de fase (230 V) y Z_T la impedancia total hasta el punto del cortocircuito.

Se muestran a continuación los cálculos realizados para la obtención de las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los puntos de la línea que alimenta a MA2 a modo de ejemplo, pudiéndose comprobar los demás valores calculados en la tabla 2.16.

Lo primero que se debe conocer es la impedancia total en bornes del secundario del transformador, que será la suma de la impedancia aguas arriba del transformador más la suya propia, considerando despreciable el componente resistivo frente al de la reactancia inductiva al ser bastante mayor. La impedancia aguas arriba se obtiene como cociente entre la tensión del secundario en vacío del transformador y la potencia aparente de cortocircuito dada por la compañía suministradora:

$$Z_{\text{trafo 1}} = X_{\text{trafo 1}} = \frac{V_2^2}{S_{cc}} = \frac{420^2}{332,5 \cdot 10^6} = 0,53 \text{ m}\Omega$$

Se obtiene la impedancia propia del transformador, considerando despreciable la impedancia de la aparamenta de alta tensión:

$$Z_{\text{trafo}} = X_{\text{trafo}} = \frac{V_2^2 \cdot V_{cc}}{S_N \cdot 100} = \frac{420^2 \cdot 4}{630 \cdot 10^3 \cdot 100} = 11,2 \text{ m}\Omega$$

Donde V_2 es la tensión de vacío del secundario del transformador, V_{cc} su valor porcentual de tensión de cortocircuito (dato suministrado por la compañía) y S_N su potencia aparente nominal.

Por lo tanto, la impedancia total aguas abajo del transformador resulta:

$$Z_{\text{trafo 2}} = Z_{\text{trafo 1}} + Z_{\text{trafo}} = 0,53 + 11,2 = 11,73 \text{ m}\Omega$$

Con este valor de impedancia, se pueden calcular las corrientes máxima y mínima a la entrada del cuadro de baja tensión del centro de transformación, del cual sale la derivación individual hacia el cuadro general de distribución.

La corriente de cortocircuito máxima en este punto se ha calculado a la hora de dimensionar el centro de transformación, como se puede ver en el apartado 2.7.5 del presente documento. Dicho valor resulta:

$$I_{cc \text{ máx CBT}} = 23,82 \text{ kA}$$

La corriente de cortocircuito mínima toma un valor:

$$I_{cc \text{ mín CBT}} = \frac{V_F}{2 \cdot Z_{\text{trafo } 2}} = \frac{230}{2 \cdot 11,73 \cdot 10^{-3}} = 9,80 \text{ kA}$$

El punto siguiente donde se puede dar un cortocircuito es a la entrada del cuadro general de distribución, por lo que hay que hallar la impedancia total hasta él sumando de forma independiente los términos de resistencia y reactancia inductiva. Al valor de $Z_{\text{trafo } 2}$ habrá que sumarle por tanto los términos de la impedancia de línea de la derivación individual:

$$R_{DI} = \frac{\rho_{cu} \cdot L_{DI}}{S_{DI}} = \frac{0,018 \cdot 40,68}{300} = 2,44 \text{ m}\Omega$$

Donde ρ_{cu} es la resistividad del cobre a 20°C en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ que marca como referencia la GUÍA-BT ANEXO 3 de aplicación del REBT, L_{DI} la longitud de la línea en metros y S_{DI} su sección en mm^2 .

Al no conocer los valores de las reactancias inductivas de las líneas, se han tomado como referencia unos valores por unidad de longitud de 0,15 mΩ para conductores con sección hasta 16 mm² inclusive y 0,05 mΩ para los de sección menor. De esta forma:

$$X_{DI} = 0,15 \cdot L_{DI} = 0,15 \cdot 40,68 = 6,10 \text{ m}\Omega$$

La impedancia total hasta el cuadro general de distribución será:

$$Z_{CGD} = \sqrt{2,44^2 + (11,73 + 6,10)^2} = 18,00 \text{ m}\Omega$$

Una vez conocida la impedancia total, se pueden obtener las corrientes de cortocircuito máxima y mínima:

$$I_{cc \text{ máx } CGD} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot Z_{CGD}} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 18,00 \cdot 10^{-3}} = 13,47 \text{ kA}$$

$$I_{cc \text{ mín } CGD} = \frac{V_F}{2 \cdot Z_{CGD}} = \frac{230}{2 \cdot 18,00 \cdot 10^{-3}} = 6,39 \text{ kA}$$

Se procede de igual manera para los cortocircuitos que pueden aparecer a la altura del cuadro secundario 1 que alimenta esta carga MA2 tomada como ejemplo. La impedancia de la línea de alimentación secundaria que conecta el cuadro general de distribución con el secundario 1 tendrá como términos resistivo y reactivo inductivo los siguientes:

$$R_{LAS1} = \frac{\rho_{cu} \cdot L_{LAS1}}{S_{LAS1}} = \frac{0,018 \cdot 43,97}{70} = 11,31 \text{ m}\Omega$$

$$X_{LAS1} = 0,15 \cdot L_{LAS1} = 0,15 \cdot 43,97 = 6,60 \text{ m}\Omega$$

La impedancia total hasta el cuadro secundario 1 será:

$$Z_{CS1} = \sqrt{(2,44 + 11,31)^2 + (11,73 + 6,10 + 6,60)^2} = 28,03 \text{ m}\Omega$$

Quedando las corrientes máxima y mínima de cortocircuito:

$$I_{cc \text{ máx } CS1} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot Z_{CS1}} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 28,03 \cdot 10^{-3}} = 8,65 \text{ kA}$$

$$I_{cc \text{ mín CS1}} = \frac{V_F}{2 \cdot Z_{CS1}} = \frac{230}{2 \cdot 28,03 \cdot 10^{-3}} = 4,10 \text{ kA}$$

Por último, se repite el cálculo para un cortocircuito que ocurre al final de la línea, es decir, entre el cuadro secundario 1 y la carga MA2. La impedancia del circuito interior que alimenta a MA2 quedará constituida por:

$$R_{MA2} = \frac{\rho_{cu} \cdot L_{MA2}}{S_{MA2}} = \frac{0,018 \cdot 12,50}{16} = 14,06 \text{ m}\Omega$$

$$X_{MA2} = 0,15 \cdot L_{MA2} = 0,15 \cdot 12,50 = 1,88 \text{ m}\Omega$$

La impedancia total hasta MA2 será:

$$Z_{total \text{ MA2}} = \sqrt{(2,44 + 11,31 + 14,06)^2 + (11,73 + 6,10 + 6,60 + 1,88)^2} = 38,28 \text{ m}\Omega$$

A la hora de calcular la corriente de cortocircuito máxima hay que tener en cuenta que esta se dará inmediatamente aguas abajo del dispositivo de protección de MA2, el cual está instalado en el cuadro secundario 1, por lo que se corresponderá con el valor ya calculado para ese cuadro:

$$I_{cc \text{ máx MA2}} = I_{cc \text{ máx CS1}} = 8,65 \text{ kA}$$

Para hallar la corriente de cortocircuito mínima si se tiene en cuenta el valor de la impedancia total hasta la carga MA2:

$$I_{cc \text{ mín MA2}} = \frac{V_F}{2 \cdot Z_{MA2}} = \frac{230}{2 \cdot 38,28 \cdot 10^{-3}} = 3,00 \text{ kA}$$

Si se repite el proceso para todas las cargas de la instalación y circuitos, se obtienen unos valores como los mostrados en la tabla siguiente:

Punto de la instalación	R total (mΩ)	X total (mΩ)	Z total (mΩ)	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)
Cuadro de baja tensión (CT)	0,00	11,73	11,73	23,82	9,80
Cuadro general de distribución	2,44	17,83	18,00	13,47	6,39
Cuadro secundario 1	13,75	24,43	28,03	8,65	4,10
Cuadro secundario 2	7,71	19,37	20,85	11,63	5,52
Cuadro secundario 3	6,58	19,56	20,64	11,75	5,57
Cuadro secundario 4	18,85	22,62	29,44	8,24	3,91
Equipo de compensación de reactiva	2,68	18,02	18,22	13,47	6,31
MA2	27,81	26,31	38,28	8,65	3,00
MA3	19,21	25,56	31,97	8,65	3,60
MA4	49,03	24,58	54,85	8,65	2,10
MA5	53,01	20,13	56,70	11,63	2,03
MA6	164,64	20,02	165,85	11,63	0,69
MA7	74,43	19,65	76,98	11,63	1,49
MA8	111,27	19,80	113,02	11,63	1,02
MA9	124,23	19,86	125,81	11,63	0,91
MA10	30,77	22,45	38,09	11,63	3,02
MA11	51,10	19,75	54,78	11,75	2,10
MA12	13,95	20,54	24,83	11,75	4,63
MA13	17,09	20,96	27,04	11,75	4,25
MA14	26,78	20,12	33,50	11,75	3,43
Circuito alumbrado 1	329,53	23,91	330,40	8,24	0,35
Circuito alumbrado 2	459,49	24,46	460,14	8,24	0,25
Circuito alumbrado 3	444,30	25,57	445,04	8,24	0,26
Circuito alumbrado 4	434,29	25,51	435,04	8,24	0,26
Circuito alumbrado 5	541,64	26,25	542,28	8,24	0,21
Circuito alumbrado 6	491,75	25,90	492,43	8,24	0,23
Circuito alumbrado 7	301,31	24,58	302,31	8,24	0,38
Circuito alumbrado 8	228,70	26,12	230,19	8,24	0,50
Circuito alumbrado 9	298,15	27,28	299,40	8,24	0,38
Circuito alumbrado 10	544,93	24,81	545,49	8,24	0,21
Circuito alumbrado 11	664,81	25,31	665,29	8,24	0,17
Circuito alumbrado 12	782,89	25,80	783,32	8,24	0,15
Circuito alumbrado 13	455,89	24,44	456,54	8,24	0,25
Circuito alumbrado 14	103,20	12,16	103,91	23,82	1,11
Circuito alumbrado 15	75,12	12,04	76,08	23,82	1,51
Circuito tomas de corriente 1	125,10	25,57	127,69	8,24	0,90
Circuito tomas de corriente 2	180,31	25,31	182,08	8,24	0,63
Circuito tomas de corriente 3	401,53	25,28	402,33	8,24	0,29
Circuito tomas de corriente 4	134,29	24,54	136,51	8,24	0,84
Circuito tomas de corriente 5	107,40	12,18	108,09	23,82	1,06

Tabla 2.16. Valores de las impedancias y corrientes de cortocircuito máximas y mínimas para la instalación.

2.4.2 Selección de los dispositivos de protección

Para la presente instalación se ha optado por el uso de interruptores automáticos magnetotérmicos que la protegen frente a las sobreintensidades provocadas por las sobrecargas y cortocircuitos, así como dispositivos diferenciales para la protección contra contactos directos e indirectos.

Su selección se ha llevado a cabo cumpliendo las prescripciones marcadas por el REBT y la normativa correspondiente enunciada en los apartados 1.14.6 y 1.14.7 de la memoria, que tienen como fin la correcta y completa protección en todo el conjunto de la instalación.

En concordancia con esos criterios, los dispositivos deben tener entre ellos una selectividad adecuada para que en caso de fallo solo quede una zona de la misma desconectada de la red.

La selección y estudio de selectividad de los dispositivos se ha hecho con la ayuda del programa Ecodial Advance Calculation versión 4.8 desarrollado por el fabricante Schneider Electric. En el capítulo 3.3 del documento de anexos del proyecto puede verse el estudio realizado con el software, así como los resultados obtenidos.

En las tablas 1.14 y 1.15 del documento de la memoria pueden verse los listados de todos los dispositivos de protección utilizados, tanto magnetotérmicos como diferenciales, y los planos 12 a 17 del correspondiente documento muestran su ubicación en la instalación con los diagramas unifilares.

2.5 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Para el dimensionado de esta instalación, primero se debe determinar el valor máximo de puesta a tierra de la nave en función de las tensiones máximas de contacto y de las sensibilidades de los dispositivos de protección utilizados. El dimensionado será válido si una vez hallada la resistencia a tierra total del conjunto formado por picas, conductores de tierra, etc., su valor resulta menor que el valor máximo calculado.

2.5.1 Cálculo de la resistencia máxima de tierra

Como se explicó en el documento de la memoria, la ITC-BT 18 del REBT dicta que el electrodo debe dimensionarse de forma que su resistencia de tierra nunca supere un valor tal que en la instalación puedan darse tensiones de contacto superiores a 24 V en locales húmedos o conductores y 50 V en locales secos.

A pesar de que la nave no constituye un emplazamiento húmedo de por sí, la zona geográfica en la que se sitúa (Cantabria) y su alta frecuencia anual de lluvias y precipitaciones hacen

que la opción más recomendable para dimensionar esta resistencia sea limitar para toda la instalación una tensión de contacto máxima de 24 V.

De esta manera, considerando que tenemos un esquema de distribución tipo TT y que la corriente más desfavorable diferencial residual asignada (sensibilidad) de entre todos los dispositivos de protección instalados es de 300 mA, tendremos como valor máximo de la resistencia de tierra a cumplir:

$$R_t \leq \frac{V_c}{I_d} \leq \frac{24}{300 \cdot 10^{-3}} \leq 80 \, \Omega$$

Esta resistencia deberá ser mayor que la calculada para el conjunto de puesta a tierra formada por el electrodo (conjunto de picas) más los conductores de tierra.

2.5.2 Cálculo del electrodo y de los conductores de tierra

Existen varios tipos de configuraciones de puesta a tierra para proteger la instalación. Para este caso se ha elegido, al igual que la tierra de protección del centro de transformación, un sistema en anillo cerrado con picas enterradas en el terreno que rodearán la nave.

Las picas estarán constituidas por acero cobreado, con un diámetro de 15 mm y una longitud de 2 metros, según las recomendaciones de las normas UNE 21056 y UNE 202006, y se enterrarán verticalmente con su parte superior a 1 metro de profundidad.

Se unirán superiormente mediante un conductor de cobre desnudo de 35 mm², sección mínima recomendada por UNE-EN 60228, que rodeará completamente el perímetro del edificio, el cual es de 125,06 metros, y que constituirá la línea principal de tierra.

Atendiendo a la tabla A de la guía técnica de aplicación del REBT GUÍA-BT 26, se puede conocer de manera orientativa el número de picas verticales a instalar en función de la longitud del anillo, la instalación o no de pararrayos y las características del terreno. Para un edificio sin pararrayos como el nuestro y considerando que el terreno tiene composición de arcillas compactas y margas, el REBT considera que por encima de 25 metros de anillo no es necesario colocar picas en el sistema, ya que el conductor desnudo de cobre constituye de por sí el electrodo para derivar las corrientes a tierra.

Aun así, para mejorar la protección y seguridad de la instalación, se ha decidido colocar 6 picas adicionales en distintos puntos del perímetro, tal y como se puede ver en el plano 8 del proyecto. Esta configuración será correcta siempre y cuando la resistencia total del sistema no sobrepase los 80 Ω calculados anteriormente.

La resistencia del conductor de cobre desnudo enterrado verticalmente se calcula, de acuerdo a la tabla 5 de la ITC-BT 18 del REBT:

$$R_{\text{cond}} = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Donde L es la longitud total del conductor y ρ la resistividad del terreno.

Si tenemos en cuenta que la nave se asienta sobre un suelo compuesto básicamente de arcillas compactas y margas, la tabla 3 de la ITC mencionada ofrece unos valores orientativos de resistividades en función de las naturalezas de los terrenos, siendo los valores para nuestra composición de entre 100 y 200 $\Omega \cdot \text{m}$.

Para hacer el cálculo de la resistencia sobre el supuesto más desfavorable, se toma como resistividad el valor de 200 $\Omega \cdot \text{m}$, y un valor de longitud total de 130 m que se aproximará más al real, resultando:

$$R_{\text{cond}} = \frac{2 \cdot 200}{130} = 3,08 \, \Omega$$

El valor de la resistencia de una pica enterrada también depende de la resistividad del terreno y de su longitud, siendo su valor según la tabla 5:

$$R_{\text{pica}} = \frac{\rho}{L} = \frac{200}{2} = 100 \, \Omega$$

Para la configuración elegida con 6 picas, debido a que están lo suficientemente separadas como para considerarse independientes unas de otras (más de 2 veces su longitud), la resistencia total del electrodo será la de las todas las picas dispuestas en paralelo, resultando dicha resistencia:

$$\frac{1}{R_{\text{elect}}} = \frac{1}{R_{\text{pica 1}}} + \frac{1}{R_{\text{pica 2}}} + \frac{1}{R_{\text{pica 3}}} + \frac{1}{R_{\text{pica 4}}} + \frac{1}{R_{\text{pica 5}}} + \frac{1}{R_{\text{pica 6}}} = 6 \cdot \left(\frac{1}{100} \right)$$

$$R_{\text{elect}} = 16,67 \, \Omega$$

Por lo tanto, y teniendo en cuenta la disposición en paralelo del conjunto formado por las picas y el anillo:

$$\frac{1}{R_{PAT \text{ Nave}}} = \frac{1}{R_{cond}} + \frac{1}{R_{elect}} = \frac{1}{3,08} + \frac{1}{16,67}$$

$$R_{PAT \text{ Nave}} = 2,60 \, \Omega < R_t$$

Por lo que el dimensionado de la instalación de puesta a tierra de la nave es correcto.

A esta puesta a tierra se deberán conectar todas las masas de los equipos eléctricos y las partes metálicas accesibles de la nave susceptibles de ponerse en tensión por fallos de aislamiento; además, también se recomienda conectar los elementos constructivos de la nave como zapatas, armados de los pilares, etc. para mejorar la seguridad de la instalación.

Esta línea principal de tierra estará provista de 4 puntos de puesta a tierra, a través de los cuales partirán los conductores de protección hasta los diferentes cuadros y receptores de la instalación, tal y como puede verse en el plano 8 del documento correspondiente.

Las secciones de los conductores de protección se tomarán según lo dispuesto en la tabla 2 de la ITC-BT 18 del REBT, en función de los de fase.

2.6 CÁLCULO DEL EQUIPO DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Como se vio en el apartado de la memoria 1.16, se ha decidido mejorar el factor de potencia hasta 0,96, por lo que se procederá a calcular la potencia reactiva de la batería de condensadores a instalar, la sección del conductor e instalación que le alimenta y su protección correspondiente.

2.6.1 Cálculo de la potencia reactiva y la capacidad de la batería

De partida se conocen una serie de datos de la instalación, que será con los que calculemos la potencia reactiva Q_{bat} necesaria para compensar el factor de potencia. Esos datos son:

- Potencia activa total de la instalación P_i : 300215,9 W
- Potencia aparente total de la instalación S_i : 357049,7 VA
- Intensidad nominal total I_n : 592,4 A
- Nuevo factor de potencia de la instalación $\cos \varphi'$: 0,96

Lo primero que debemos conocer es el factor de potencia que tiene nuestra instalación antes de instalar el equipo de compensación:

$$\cos \varphi = \frac{P_i}{S_i} = \frac{300215,9}{357049,7} = 0,841$$

A continuación se sacan los ángulos correspondientes a ambos factores de potencia, el inicial y el que queremos obtener:

$$\cos \varphi = 0,841 \rightarrow \varphi = 32,75^\circ$$

$$\cos \varphi' = 0,96 \rightarrow \varphi' = 16,26^\circ$$

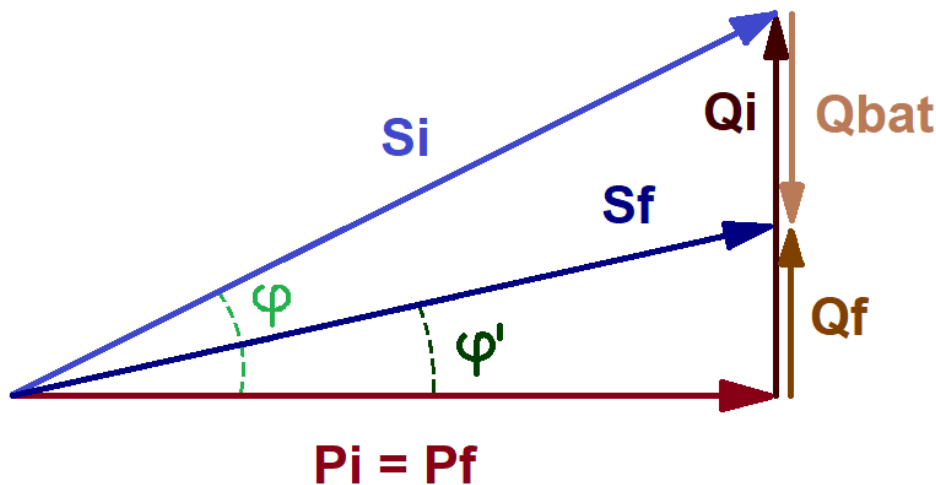


Imagen 2.1. Triángulos de potencias antes y después de instalar la batería de condensadores.

Del triángulo de potencias de la imagen superior podemos deducir que la potencia reactiva de la batería Q_{bat} será la resta entre Q_i y Q_f . Además, esas potencias reactivas se conocen de su relación directa con la potencia activa a través de las tangentes de los ángulos:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q_i}{P_i} \rightarrow Q_i = P_i \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{Q_f}{P_f} \rightarrow Q_f = P_f \cdot \operatorname{tg} \varphi' = P_i \cdot \operatorname{tg} \varphi'$$

Por lo tanto:

$$Q_{bat} = Q_i - Q_f = P_i \cdot (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi') = 300215,9 \cdot (\operatorname{tg} (32,75^\circ) - \operatorname{tg} (16,26^\circ)) = 105543,55 \text{ var}$$

Esta potencia reactiva tiene carácter capacitiva, que es lo que hace que se rebaje el ángulo hasta $16,26^\circ$ y por tanto se mejore el factor de potencia de la instalación a 0,96.

Si se conoce el valor de Q_{bat} se puede conocer el valor de la capacidad total del equipo de compensación, independiente de si se hace la conexión en triángulo o estrella. Teniendo que:

$$Q = X_c \cdot I_c^2 \quad \text{y} \quad X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

Donde X_c es la reactancia capacitiva de la batería, f la frecuencia de la instalación, I_c la intensidad que llega hasta el conjunto y C la capacidad total de la batería.

Si operamos y sustituimos valores, teniendo en cuenta la tensión V_c a que está sometida el equipo:

$$C = \frac{Q_{bat}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot V_c^2} = \frac{105543,55}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 400^2} = 2,10 \cdot 10^{-3} \text{ F} = 2,10 \cdot 10^3 \mu\text{F}$$

Con estos valores calculados que definen la batería, se selecciona un equipo acorde a las características de la instalación, en este caso un modelo automático Schneider VLVA2P03510AB, cuyas características se muestran en el apartado 1.16.3 de la memoria.

2.6.2 Dimensionado del conductor que alimenta la batería de condensadores

Para poder hallar la sección del conductor que une a la batería con la instalación debemos calcular antes la intensidad nominal que va a circular a través de él. Teniendo en cuenta la siguiente fórmula de la potencia reactiva trifásica:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \cdot \operatorname{sen} \varphi \quad \rightarrow \quad I_n = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \operatorname{sen} \varphi}$$

Si sustituimos tomando como valores la potencia reactiva de la batería Q_{bat} , la tensión que le alimenta de 400 V y un $\operatorname{sen} \varphi$ de valor la unidad (capacitiva pura):

$$I_n = \frac{Q_{bat}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \sin \varphi} = \frac{105543,55}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 152,34 \text{ A}$$

Según la ITC-BT 48 apartado 2.3 sobre condensadores del REBT, los aparatos de mando y protección de estos deberán soportar en régimen permanente de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador. De modo que si tomamos un valor intermedio de 1,6 para el caso de la presente instalación, la intensidad que dimensionará tanto su línea de alimentación como sus protecciones será:

$$I' = I_n \cdot 1,60 = 152,34 \cdot 1,60 = 243,74 \text{ A}$$

Sabiendo que el circuito de alimentación del equipo irá montado sobre bandeja perforada en la pared, que tendrá 3 conductores cargados de cobre y el aislamiento será de XLPE (polietileno reticulado), se va a la tabla 1 de la instrucción ITC-BT 19 del REBT y para un valor de 243,74 A la sección correspondiente es de 95 mm², la cual soporta una corriente de 298 A, suficiente para absorber los armónicos y las tolerancias en capacidades.

De esta manera, y teniendo en cuenta una sección del neutro de mismo valor que la de los conductores de fase para prever las corrientes de tipo armónico provenientes de las cargas no lineales y los desequilibrios que pudieran producirse, la línea tendrá una configuración 3x95/95 mm² Cu/XLPE con tensión asignada de 0,6/1 kV.

2.6.3 Cálculo de las protecciones de la batería de condensadores

A partir de la intensidad que alimenta al equipo de compensación y que se calculó en el punto anterior podemos dimensionar sus dispositivos de protección.

Este cálculo se ha realizado, junto con los de las otras líneas que componen la instalación, en el apartado 2.4 de los cálculos y en el 3.3 de los anexos del proyecto, obteniendo una protección para la batería de condensadores mediante los siguientes dispositivos del fabricante Schneider Electric:

- Interruptor automático magnetotérmico Compact NSX250F de calibre 250 A y poder de corte de 36 kA.
- Bloque diferencial Vigi MH de 0,3 A de sensibilidad y 250 A de calibre.

2.7 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.7.1 Cálculo de la potencia del transformador

La antigua UNESA, hoy AELEC, dentro del apartado de los transformadores de AT/BT, recomienda una serie de potencias estandarizadas para redes públicas dentro de la normalización hecha por la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) y las normas UNE: 50, 100, 160, 250, 400, 630 y 1000 kVA.

La potencia necesaria que deberá tener el transformador del centro vendrá determinada por la máxima potencia consumida por los receptores dividida entre el factor de potencia de la instalación:

$$S = \frac{P_c}{\cos \varphi}$$

Siendo el $\cos \varphi$ el cociente entre las potencias activa y aparente de la instalación:

$$\cos \varphi = \frac{P_i}{S_i} = \frac{300215,9}{357049,7} = 0,841$$

Por lo tanto:

$$S = \frac{P_c}{\cos \varphi} = \frac{300215,9}{0,841} = 357,05 \text{ kVA}$$

Valor correspondiente a la potencia aparente consumida por los receptores del proyecto.

Para tener un margen de seguridad y en vista a una futura ampliación de la instalación con el consiguiente aumento de la demanda de potencia, se ha decidido aplicar un factor de ampliación de 1,3, que nos dará el dato de potencia aparente del transformador a instalar:

$$S_N = S \cdot C_a = 357,05 \cdot 1,3 = 464,17 \text{ kVA}$$

Con este valor se va a la lista de potencias normalizadas recomendada por AELEC, eligiendo un transformador para la presente instalación de potencia $S_N = 630$ kVA, que cubre las demandas actuales y futuras.

2.7.2 Cálculo de la intensidad en el lado de AT

Esta intensidad I_{1N} será la que en condiciones normales de funcionamiento circule por el devanado primario del transformador, y vendrá dada por la fórmula:

$$I_{1N} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot V_{L1}}$$

Donde:

- $S_N = 630$ kVA, potencia aparente nominal del transformador calculada anteriormente.
- $V_{L1} = 12$ kV, tensión de línea en el lado de AT suministrada por la compañía eléctrica.

Sustituyendo valores, el valor de la corriente resulta $I_{1N} = 30,31$ A.

2.7.3 Cálculo de la intensidad en el lado de BT

Esta intensidad I_{2N} será la que circule por el devanado secundario del transformador trabajando a su potencia nominal, definida por la expresión:

$$I_{2N} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot V_{L2}}$$

Donde:

- $S_N = 630$ kVA, potencia aparente nominal del transformador.
- $V_{L2} = 400$ V, tensión de línea en el lado de BT.

Sustituyendo valores, el valor de la corriente resulta $I_{2N} = 909,33$ A.

Se debe resaltar que a la hora de calcular esta corriente existen unas pérdidas en el hierro y en los arrollamientos, que no se han considerado al ser el transformador una máquina de muy alto rendimiento y siendo esos valores muy pequeños en comparación con su potencia nominal. Además, este valor resulta considerando que el transformador trabaje a plena carga, caso que no se dará para la presente instalación ya que se ha sobredimensionado previendo

futuras ampliaciones, por lo que la corriente nominal será de menor magnitud con las cargas consideradas en el proyecto.

2.7.4 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el lado de AT

En caso de un fallo de cortocircuito, circularán unas intensidades de valores muy altos por los devanados del transformador, las cuales son necesarias de calcular. Para hallar la intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión I_{cc1} , se partirá del valor de la potencia de cortocircuito en la entrada de la red al centro, dato suministrado por la compañía eléctrica, VIESGO en este caso. Así, dada la expresión:

$$I_{cc1} = \frac{S_{cc1}}{\sqrt{3} \cdot V_{L1}}$$

Donde:

- S_{cc1} = 332,5 MVA, potencia de cortocircuito en el lado de AT suministrada por la compañía.
- V_{L1} = 12 kV, tensión de línea en el lado de AT suministrada por la compañía.

Sustituyendo valores, tenemos que $I_{cc1} = 15997,41 \text{ A} \approx 16 \text{ kA}$.

2.7.5 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el lado de BT

Para el caso del lado de BT, la corriente que circulará por el devanado secundario I_{cc2} quedará definida por la siguiente fórmula:

$$I_{cc2} = \frac{c \cdot S_N \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot V_2 \cdot V_{cc}}$$

Donde:

- $c = 1,1$, factor de tensión según norma UNE-EN 60909-0.
- S_N = 630 kVA, potencia aparente nominal del transformador.
- V_2 = 420 V, tensión asignada en el secundario, valor en vacío.
- V_{cc} = 4%, valor porcentual de la tensión de cortocircuito del transformador, dato facilitado por la compañía suministradora en base a la potencia del transformador y la tensión asignada del centro de transformación.

Si sustituimos en la fórmula mencionada, tendremos que $I_{cc2} = 23,82 \text{ kA}$. Este valor corresponderá al poder de corte mínimo que deberá tener el interruptor automático del cuadro de baja tensión (protección en BT).

2.7.6 Dimensionado de las conexiones

2.7.6.1 Dimensionado de las conexiones de AT

Si se quieren conocer las características de los puentes que unen las celdas de AT con el primario del transformador hay que calcular la corriente que va a circular a través de ellos. Esta intensidad nominal vendrá dada por:

$$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot V_{L1}}$$

Donde S_N y V_{L1} toman los valores vistos en el apartado 2.7.2, resultando dicha corriente la calculada anteriormente, de valor $I_N = 30,31 \text{ A}$.

Con esta intensidad nominal, y de acuerdo al Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión (RAT) y su instrucción técnica complementaria ITC-RAT 05, se ha decidido utilizar para esta conexión conductores de 50 mm^2 de sección (3 de aluminio) y de tensión asignada 12/20 kV.

2.7.6.2 Dimensionado de las conexiones de BT

Por otro lado, los conductores unen el secundario del transformador con el cuadro de baja tensión soportarán una corriente nominal calculada mediante la siguiente expresión:

$$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot V_{L2}}$$

Donde S_N y V_{L2} toman los valores vistos en el apartado 2.7.3, resultando por tanto una corriente de valor $I_N = 909,33 \text{ A}$.

Una vez conocido este valor, se dimensionan los conductores en base a lo visto en el apartado 2.3 del presente documento y al REBT, obteniendo unas secciones de 240 mm^2 tanto para las fases como los neutros, siendo la configuración de $3 \times (3 \times 240) / 2 \times 240 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ y tensión asignada 0,6/1 kV.

2.7.6.3 Comprobación del embarrado de las celdas

El fabricante encargado de su construcción, en este caso Ormazabal, especifica que los cálculos teóricos e hipótesis relacionadas con el comportamiento funcional de las celdas modelo cgmcosmos tipo modular, y de sus embarrados correspondientes de cobre, han sido comprobados debidamente gracias a los ensayos a las que han sido sometidas para certificar los valores que aparecen en sus placas de características.

Asimismo, esta comprobación debe hacerse por tres criterios, ya sea por densidad de corriente, por sollicitación térmica y por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por densidad de corriente se realiza para verificar que los conductores pueden transportar la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material que los constituye, pudiéndose comprobar tanto haciendo los cálculos teóricos como a través del ensayo de intensidad nominal correspondiente. Así, para que el margen de seguridad y funcionamiento sea amplio, se ha tomado como valor de dicha corriente nominal el valor de la del bucle, que para el caso de la línea de alimentación de VIESGO al presente centro, tiene un valor de 400 V.

Por otro lado, la comprobación por sollicitación térmica se hace para verificar la ausencia de un calentamiento excesivo de la aparatada por la aparición de un cortocircuito, pudiéndose comprobar, al igual que en el caso anterior, mediante cálculos teóricos o mediante el ensayo correspondiente por normativa. Para el caso del proyecto que nos ocupa, la intensidad considerada por sollicitación térmica es de valor igual a la corriente de cortocircuito calculada en el lado de AT en el apartado 2.7.4 del presente capítulo:

$$I_{ccTER} = 16 \text{ kA}$$

En tercer lugar, la verificación del embarrado por sollicitación electrodinámica tiene como objeto chequear que los elementos conductores de las celdas del centro son capaces de soportar el esfuerzo mecánico que surge de un fallo de cortocircuito. La intensidad dinámica de cortocircuito se valora aplicando un factor de seguridad a la intensidad de cortocircuito en el lado de AT calculada en el apartado 2.7.4, que se ha considerado de 2,5 para que el margen sea suficientemente amplio. El valor resultante debe ser inferior a 50 kA según la recomendación por normativa interna de la empresa suministradora VIESGO, condición que se cumple:

$$I_{ccDIN} = 16 \cdot 2,5 = 40 \text{ kA}$$

2.7.7 Cálculo de las protecciones en AT y BT

El centro de transformación debe de contar con los adecuados dispositivos de protección tanto para alta como baja tensión. La protección en alta tensión se realiza mediante la celda o grupo de celdas correspondientes al transformador, mientras que en baja tensión la protección se hace desde el cuadro de baja tensión del centro.

2.7.7.1 Protecciones en AT

La protección del transformador en alta tensión se realiza mediante una celda CGMCOSMOS-V con interruptor automático de vacío que le protege de todos los elementos de riesgo como sobrecargas, cortocircuitos o defectos a tierra, mediante un relé de protección modelo ekor.rpg-302A.

La capacidad de corte de esta protección en cortocircuito es de 16 kA, y el valor de pico de cierre de 400 A. Además, el conjunto está dotado de captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida, un sistema de alarma sonora de puesta a tierra y un termómetro propio del transformador que verifica que la temperatura de su dieléctrico no supera los valores máximos admisibles.

En funcionamiento normal la celda es utilizada como elemento de maniobra a través del seccionador rotativo de tres posiciones al que va acoplado el interruptor automático.

2.7.7.2 Protecciones en BT

Las protecciones en BT del centro, instaladas en el cuadro de baja tensión, serán las calculadas en el apartado 2.4 de los cálculos y en el 3.3 de los anexos del proyecto, correspondientes a los siguientes dispositivos del fabricante Schneider Electric:

- Interruptor automático magnetotérmico Masterpact MTZ1 10H1, con poder de corte de 42 kA y calibre de 1000 A.
- Bloque diferencial Vigi MB de 0,3 A de sensibilidad y 630 A de calibre.

2.7.8 Dimensionado de la ventilación

Para el centro de transformación elegido tipo monobloque pfu-5/20 de Ormazabal, la envolvente dispone de dos rejillas para su ventilación por convección natural. Dichas rejillas tienen medidas de 1,32 x 0,73 m y están situadas una en la parte posterior del centro y otra sobre la puerta de acceso al transformador. Su estructura está formada por lamas en forma

de "V" invertida acopladas interiormente a una malla mosquitera, de modo que todo el conjunto constituye un laberinto que evita la entrada de agua e insectos del exterior al centro.

Este sistema de ventilación ha sido debidamente homologado en el laboratorio Labein de Vizcaya mediante los protocolos 97624-1-E y 960124-CJ-EB-01 para ventilación de transformadores con rangos de potencia hasta los 1000 kVA y los 1600 kVA respectivamente.

2.7.9 Dimensionado del pozo apagafuegos

Al tener el transformador elegido un sistema de refrigeración natural con aceite, se hace necesaria la disposición de un pozo apagafuegos bajo el mismo. Este pozo ha sido prefabricado según las dimensiones de que dispone el centro en el módulo del transformador y su principal requerimiento es que tenga la capacidad suficiente para recoger la totalidad de su aceite dieléctrico en caso de vaciamiento total, que en este caso son 390 litros.

De este modo, para el centro de transformación presente, la capacidad total del mismo será de 600 litros, suficiente para albergar todo el dieléctrico. Además, dispondrá de una rejilla metálica en su parte superior y estará relleno de gravilla para la correcta absorción del fluido, evitando que este se pueda verter hacia el exterior suponiendo un riesgo, y minimizando por tanto el daño en caso de incendio.

2.7.10 Cálculo de la instalación de puesta a tierra

El centro de transformación dispondrá de dos sistemas principales o instalaciones de puesta a tierra: la puesta a tierra de protección, a la cual se conectarán todas aquellas partes metálicas de la instalación que no estén en tensión en condiciones normales pero que en un momento dado debido a fallos o defectos puedan estarlo, y la puesta a tierra de servicio, a la cual se conectarán todas las partes activas en baja tensión susceptibles de la aparición de tensiones peligrosas por influencia de la red de alta tensión.

Los cálculos realizados para obtener el diseño de la instalación de puesta a tierra se basan en los marcados por el método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de 3ª categoría de UNESA (hoy AELEC) en su Anexo 2.

2.7.10.1 Características del suelo y datos de partida

Según la Instrucción Técnica Complementaria del RAT (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión) ITC-RAT 13, que regula las instalaciones de puesta a tierra, en redes de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será obligatorio realizar una investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno. Por lo tanto, para el emplazamiento del presente centro de transformación, se ha considerado una resistividad media del terreno de 150 Ω .m.

Además, a la hora de dimensionar toda la instalación de puesta a tierra, se deben conocer una serie de valores previos:

- $V = 12 \text{ kV}$, tensión de alimentación en alta para el CT.
- Características del neutro de la red de AT al CT: unido rígidamente a tierra, con resistencia R_n despreciable y reactancia $X_n = 24,2 \Omega$.
- $V_{BT} = 6 \text{ kV}$, tensión de aislamiento de baja tensión en el CT.
- $I_d = 800 \text{ A}$, intensidad de defecto a tierra máxima admisible según normativa interna de la compañía suministradora.
- $t = 0,7 \text{ s}$, tiempo máximo de eliminación del defecto a tierra, valor facilitado por la compañía suministradora.
- $\rho = 150 \Omega \cdot \text{m}$, resistividad del terreno.
- $\rho_H = 3000 \Omega \cdot \text{m}$, resistividad del hormigón.

Con estos datos se puede sacar de partida la tensión de contacto aplicada V_{CA} , a partir de la gráfica de la figura 1 de la ITC-RAT 13, cuya función responde a la siguiente expresión:

$$V_{CA} = \frac{K}{t^n}$$

Donde los valores de K y n se estipulan en función del tiempo de defecto suministrado por la compañía, distinguiéndose varios casos posibles:

- $K = 72$ y $n = 1$ si $t \leq 0,9 \text{ s}$.
- $K = 78,5$ y $n = 0,18$ si $0,9 < t \leq 3 \text{ s}$.
- $V_{CA} \leq 64 \text{ V}$ si $3 < t \leq 5 \text{ s}$.
- $V_{CA} \leq 50 \text{ V}$ si $t > 5 \text{ s}$.

Para el caso que se analiza, $t = 0,7 \text{ s}$, por lo que $K = 72$ y $n = 1$, obteniendo una tensión de contacto aplicada de valor:

$$V_{CA} = \frac{72}{0,7^1} = 102,86 \text{ V}$$

2.7.10.2 Diseño preliminar de la instalaciones de tierra

Al producirse un defecto de aislamiento en la parte de alta del centro de transformación la tensión de defecto V_d que aparece se aplica también a las envolventes y soportes de los

elementos en baja tensión al estar conectados a la tierra de protección. Por lo tanto, estos elementos de baja tensión tienen que estar preparados para soportar esa tensión V_d y, por consiguiente, el paso de la corriente correspondiente I_d , de manera que se cumpla:

$$V_{BT} \geq V_d = I_d \cdot R_t$$

Expresión de la cual se obtiene la resistencia máxima de defecto a tierra para la instalación preliminar, tomando como datos la tensión de aislamiento para baja tensión del CT de valor $V_{BT} = 6000$ V, y la corriente máxima de defecto a tierra de valor $I_d = 800$ A, dato suministrado por la compañía. De este modo, tenemos:

$$V_{BT} \geq V_d = I_d \cdot R_t \quad \rightarrow \quad R_t \leq \frac{V_{BT}}{I_d} \leq \frac{6000}{800} \leq 7,5 \, \Omega$$

La elección de la configuración de los electrodos o picas que constituyen la tierra de protección se hace en base al valor de la resistencia unitaria de tierra K_r , hallada mediante la expresión:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} \leq \frac{7,5}{150} \leq 0,050 \, \Omega/\Omega.m$$

Por lo tanto, el sistema de puesta a tierra de protección preliminar elegido en base a ese dato es el de una instalación de 8 picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro, enterradas verticalmente y dispuestas en un anillo rectangular de dimensiones 4 x 7 metros, unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo y sección 50 mm². Su configuración es la que sigue:

- Código de configuración UNESA: 70-40/8/86.
- Longitud de las picas: 6 m.
- Profundidad hasta la parte superior de la pica: 0,8 m.
- Conductor del CT al anillo rectangular: cobre aislado de 0,6/1 kV protegido bajo tubo de PVC con grado de protección 7.
- Resistencia unitaria de tierra K_r : 0,045 $\Omega/\Omega.m$.
- Tensión unitaria de paso exterior máxima K_p : 0,0063 V/($\Omega.m.A$).
- Tensión unitaria de contacto exterior máxima K_c : 0,0147 V/($\Omega.m.A$).

El criterio de selección del sistema de puesta a tierra de servicio es obtener una configuración de tal modo que se evite ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V al existir un defecto a tierra en una instalación de baja tensión protegida por un interruptor diferencial de 650 mA. De esto se deduce que la resistencia de puesta a tierra de servicio R_{ser} debe ser inferior al valor del cociente entre esos 24 V y la intensidad del diferencial, es decir, 37 Ω .

La elección de la configuración de las picas que constituyen la tierra de servicio se hace, al igual que pasaba en la protección, en base al valor de la resistencia unitaria de tierra K_r , que para este caso se calcula mediante la expresión:

$$K_r \leq \frac{R_{ser}}{\rho} \leq \frac{37}{150} \leq 0,247 \Omega/\Omega.m$$

De esta manera y atendiendo al valor máximo calculado de K_r , se dispondrá de un sistema de tierras de servicio compuesto por 3 picas en hilera, del mismo material y diámetro que las que constituían la tierra de protección, unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección y separadas entre sí 3 metros, cuya configuración es la siguiente:

- Código de configuración UNESA: 5/34.
- Longitud de las picas: 4 m.
- Profundidad hasta la parte superior de la pica: 0,5 m.
- Conductor del CT a la primera pica: cobre aislado de 0,6/1 kV protegido bajo tubo de PVC con grado de protección 7.
- Resistencia unitaria de tierra K_r : 0,102 $\Omega/\Omega.m$.
- Tensión unitaria de paso exterior máxima K_p : 0,0179 V/($\Omega.m.A$).
- Tensión unitaria de contacto exterior máxima K_c : no se considera para configuraciones longitudinales.

Antes de seguir con los cálculos se ha verificado que existe espacio suficiente en el terreno para la instalación de ambos sistemas de tierra y que no interfieren con ningún otro tipo de instalación soterrada.

Entre ambas instalaciones de puesta a tierra debe existir una separación mínima de seguridad que evite la transferencia de tensiones elevadas a la red de baja tensión, la cual se calculará posteriormente.

Además, para facilitar que las corrientes de contacto y de paso en el interior del centro no alcancen valores peligrosos, se ha decidido instalar un malla electrosoldada conectada a la tierra de protección y cubierta de hormigón, cuya descripción se puede ver en la memoria.

2.7.10.3 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra y de la corriente máxima de defecto

Una vez se han elegido las configuraciones de los sistemas de puesta a tierra, se obtiene la resistencia real de tierra R_t' teniendo en cuenta el valor K_r del sistema elegido:

$$R_t' = K_r \cdot \rho = 0,045 \cdot 150 = 6,75 \, \Omega$$

En redes eléctricas de tercera categoría hasta 30 kV, el cálculo de la corriente máxima de defecto a tierra depende de la configuración que tenga del neutro de la red de alta tensión, ya sea neutro aislado o unido directamente a tierra.

Para la configuración del neutro unido directamente a tierra, como es este caso, la intensidad máxima de defecto real se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$I_d' = \frac{c \cdot V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t')^2 + X_n^2}}$$

Donde:

- $c = 1,1$, factor de tensión según norma UNE-EN 60909-0.
- $V = 12 \text{ kV}$, tensión de línea de servicio de la red.
- $R_t' = 6,75 \, \Omega$, resistencia de la puesta a tierra de protección del CT.
- $R_n = 0 \, \Omega$, resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red de AT, dato suministrado por la compañía distribuidora.
- $X_n = 24,2 \, \Omega$, reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red de AT, dato suministrado por la compañía distribuidora.

Si se sustituyen valores:

$$I_d' = \frac{1,1 \cdot 12000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(6,75)^2 + 24,2^2}} = 303,34 \text{ A}$$

Esta corriente de defecto debe tener el valor más bajo posible para que la tensión de defecto V_d' también lo tenga, pero a la vez ser lo suficientemente alta como para que sea detectada

por las protecciones. Se suele tomar un valor de referencia de intensidades de disparo mínimas de 75 A, por lo que cumple este supuesto.

La tensión de defecto debido a esta intensidad será:

$$V_d' = I_d' \cdot R_t' = 303,34 \cdot 6,75 = 2047,55 \text{ V}$$

Que será menor que el valor de la tensión de aislamiento para baja tensión en el centro de transformación ($V_{BT} = 6000 \text{ V}$), por lo que resulta un valor correcto.

2.7.10.4 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso al CT

La tensión de paso exterior V_p' se calculará de la siguiente manera:

$$V_p' = K_p \cdot \rho \cdot I_d' = 0,0063 \cdot 150 \cdot 303,34 = 286,66 \text{ V}$$

Y la expresión que definirá la tensión de paso máxima admisible será:

$$V_p = 10 \cdot V_{CA} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{R_H}\right)$$

Siendo:

- $V_{CA} = 102,86 \text{ V}$, tensión de contacto aplicada en función del tiempo de defecto, ya calculada.
- $\rho = 150 \Omega \cdot \text{m}$, resistividad del terreno.
- $R_H = 1000 \Omega$, resistencia considerada para el cuerpo humano.

Sustituyendo valores obtenemos que $V_p = 1954,34 \text{ V}$.

Para el caso del proyecto que recoge estas líneas, la disposición del mallazo en el interior del CT hace que el valor de la tensión de paso de acceso sea equivalente a la de tensión de contacto exterior, por lo cual su valor llamado V_{acc}' será:

$$V_{pacc}' = K_c \cdot \rho \cdot I_d' = 0,0147 \cdot 150 \cdot 303,34 = 668,86 \text{ V}$$

La tensión de paso de acceso y contacto exterior máxima admisible se calculará mediante la expresión:

$$V_{pacc} = 10 \cdot V_{CA} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho_S + 3 \cdot \rho_S'}{R_H} \right)$$

Donde:

- $V_{CA} = 102,86 \text{ V}$, tensión de contacto aplicada en función del tiempo de defecto, ya calculada.
- $R_H = 1000 \text{ } \Omega$, resistencia considerada para el cuerpo humano.
- $\rho_S = \rho = 150 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$, resistividad superficial del terreno donde la persona apoya un pie.
- $\rho_S = \rho_H = 3000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$, resistividad superficial del terreno donde la persona apoya el otro pie.

Sustituyendo valores, obtenemos que $V_{pacc} = 10748,87 \text{ V}$.

2.7.10.5 Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de las instalaciones

El centro de transformación se construirá de manera que en su interior presente una superficie equipotencial, para lo cual se dispondrá, en el piso a 0,15 m de profundidad respecto del recrido del hormigón un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro mínimo de 5 mm y constituido por retículas de 25 cm aproximadamente.

Esta malla se unirá eléctricamente mediante soldadura aluminotérmica al sistema de puesta a tierra de protección mediante dos conductores aislados de cobre de 50 mm^2 de sección que sobresaldrán, en dos puntos preferentemente opuestos del local, 0,30 m por encima del piso del centro de transformación.

Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior, alcanzando valores prácticamente nulos, por lo que no será necesario su cálculo.

2.7.10.6 Comprobación de que las tensiones de paso y contacto se encuentran dentro de los valores máximos admisibles

Para verificar que la configuración adoptada en la instalación de puesta a tierra de protección del centro es correcta, deben comprobarse una serie de criterios para las tensiones de paso y contacto calculadas anteriormente, en vista a la correcta seguridad de las personas:

- V_p' debe ser menor o igual que V_p .
- V_{pacc}' debe ser menor o igual que V_{pacc} .

Adicionalmente, también hay que verificar que la instalación estará correctamente protegida, por lo que se debe cumplir:

- V_d' debe ser menor o igual que V_{BT} .
- I_d' debe ser mayor o igual que I_a (siendo I_a la corriente de arranque para los dispositivos de protección, tomándose un valor de referencia de 75 A).

Según los valores obtenidos en los cálculos para la instalación de puesta a tierra:

VALORES A COMPROBAR	CRITERIO	COMPROBACIÓN
$V_p' = 286,66 \text{ V}$	$V_p' \leq V_p$	Se cumple
$V_p = 1954,34 \text{ V}$		
$V_{pacc}' = 668,86 \text{ V}$	$V_{pacc}' \leq V_{pacc}$	Se cumple
$V_{pacc} = 10748,87 \text{ V}$		
$V_d' = 2047,55 \text{ V}$	$V_d' \leq V_{BT}$	Se cumple
$V_{BT} = 6000 \text{ V}$		
$I_d' = 303,34 \text{ A}$	$I_d' \geq I_a$	Se cumple
$I_a = 75 \text{ A}$		

Por lo que todos los criterios establecidos son correctos y se cumplen, estando las tensiones de paso y contacto y la intensidad y tensión de defecto dentro de los límites permitidos.

2.7.10.7 Investigación de las posibles tensiones transferibles al exterior

De manera eventual, algunas partes del centro de transformación como pueden ser vallas, blindajes de cables, circuitos de señalización, tuberías, etc., pueden propiciar la aparición de tensiones que se pueden transferir al exterior.

La mejor forma de eliminar o reducir esas tensiones es la unión o conexión de los sistemas de puesta a tierra de servicio y de protección, operación que solo puede realizarse si el potencial absoluto del electrodo de puesta a tierra de protección (V_d'), al ser atravesado por la máxima corriente de defecto a tierra, adquiere un valor inferior o igual a 1000 V.

En el caso en que ese valor sea superior, como ocurre en el presente centro de transformación, con objeto de garantizar que la instalación de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, ambos sistemas se dispondrán de manera que exista una distancia mínima D entre los electrodos más próximos del sistema de tierra de servicio y de protección. Esta distancia D dependerá de la corriente de defecto a tierra y de la resistividad del terreno:

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_d'}{2000 \cdot \pi} \geq \frac{150 \cdot 303,34}{2000 \cdot \pi} \geq 7,24 \text{ m}$$

2.7.10.8 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo

Según el proceso de elección y justificación de las configuraciones de los electrodos o picas de los sistemas de puesta a tierra seleccionados, no se considera necesaria la corrección de estos, estableciendo las características y configuraciones de ambas puestas a tierra vistas en el apartado 2.7.10.2 como las definitivas.

Sin embargo, si se desean modificar esas configuraciones mejorando las características de protección frente a las actuales, se partirá directamente a la elección de los sistemas de puesta a tierra tanto de protección como de servicio que tengan unos valores de resistencia unitaria de tierra K_r (atendiendo a las tablas del método del cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA) inferiores a los utilizados para el presente caso. No será necesaria la repetición de los cálculos con esos nuevos valores puesto que las tensiones de paso y de contacto resultantes siempre serán más pequeñas.

2.7.11 Dimensionado de las instalaciones secundarias del CT

Las instalaciones secundarias que se han dimensionado y que se abastecen desde el cuadro de baja tensión del centro de transformación son las correspondientes a los circuitos de alumbrado, tanto de interior como de emergencia, y el circuito de tomas de corriente.

Antes de dimensionar los conductores de los circuitos con sus canalizaciones y protecciones correspondientes, se deben conocer los valores de las intensidades que circulan por ellos, cálculos hechos mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

Donde V es la tensión entre neutro y fase (monofásica a 230 V), P la potencia consumida por las cargas del circuito y $\cos \varphi$ su factor de potencia.

Los valores de las potencias consumidas así como los de las intensidades nominales para las líneas alimentadas por el cuadro de baja tensión del centro vienen reflejados en la tabla 2.17:

CUADRO BAJA TENSIÓN CT	POTENCIA NOMINAL (W)	FACTOR DE DIMEN.	TENSION (V)	COS ϕ	P CONSUMIDA (W)	Q CONSUMIDA (var)	S CONSUMIDA (VA)	In (A)
Circuito Alumbrado 14: Alumbrado interior del centro de transformación	49	1	230	1	49,00	0,00	49,00	0,21
Circuito Alumbrado 15: Emergencias centro de transformación	32	1	230	1	32,00	0,00	32,00	0,14
Circuito Tomas Corriente 5: Tomas monofásicas del centro de transformación	1750	1	230	0,85	1750,00	1084,55	2058,82	8,95
					1831,00	1084,55	2139,82	9,30

Tabla 2.17. Distribución, consumos e intensidades nominales del cuadro de baja tensión del centro de transformación.

Una vez conocidas estas corrientes, el dimensionamiento tanto de los conductores de las líneas como de su método de instalación o canalización se ha realizado de la misma manera que para el resto de la instalación (ver apartado 2.3 de los cálculos), obteniendo los valores y configuraciones que se pueden ver en las tablas de a continuación:

Línea	Método/ Ref. ITC-BT 19	Descripción del método de instalación	Diámetro nominal mínimo tubo ITC-BT 21	Tubo elegido
Circuito alumbrado 14	B1/6	En canal protectora de PVC y dimensiones 16 x 16 mm adosada al techo	-	Sin tubo
Circuito alumbrado 15	B1/6	En canal protectora de PVC y dimensiones 16 x 16 mm adosada al techo	-	Sin tubo
Circuito tomas de corriente 5	B1/6	En canal protectora de PVC y dimensiones 16 x 16 mm adosada al techo	-	Sin tubo

Tabla 2.18. Métodos de instalación y entubado de los circuitos para las instalaciones secundarias del CT.

Línea	Tipo de línea	Potencia Consum. (W)	In (A)	Longitud (m)	Material Conductores/Aislantes	Método de instalación (ITC-BT 19)	Sección nominal por In (mm ²)	Criterio cdt máx. (%)	Sección calculada por cdt (mm ²)	Sección nominal por cdt (mm ²)	Secciones nominales elegidas (mm ²)	I máx. admisi. (A)	Cdt (V)	Cdt (%)
Circuito alumbrado 14	Mono.	49,00	0,21	8,60	Cobre/XLPE	B1	1,5	1	0,04	1,5	1,5/1,5	20	0,06	0,03
Circuito alumbrado 15	Mono.	32,00	0,14	6,26	Cobre/XLPE	B1	1,5	1	0,02	1,5	1,5/1,5	20	0,03	0,01
Circuito tomas de corriente 5	Mono.	1750,00	8,95	9,05	Cobre/XLPE	B1	1,5	1	1,36	1,5	1,5/1,5	20	2,09	0,91

Tabla 2.19. Cálculo de secciones y caídas de tensión de los circuitos para las instalaciones secundarias del CT.

3. ANEXOS

3.1 ANEXO 1: CÁLCULO LUMINOTÉCNICO INTERIOR Y EXTERIOR CON EL PROGRAMA DIALUX 4.13


3.1.1 Introducción

Como se vio en el documento 2 del presente proyecto sobre los cálculos justificativos, los estudios de iluminación tanto del interior como del exterior de la nave se han hecho con la ayuda del programa informático DIALux 4.13. Este anexo tiene como fin completar la información del citado documento, añadiendo datos directos aportados por el programa y layouts más precisos que ayuden a comprender mejor las medidas adoptadas en cada caso.

Cabe destacar que el encargado de diseñar las instalaciones de alumbrado es el proyectista. El uso de este tipo de software debe ser una herramienta de ayuda de ahorro de tiempo para realizar el gran volumen de operaciones necesarias para verificar que se cumplen los valores luminotécnicos establecidos según la normativa vigente.

Todas las imágenes, valores, vistas de los locales e información han sido obtenidas del programa una vez iterados los montajes de las luminarias establecidos por el proyectista, por lo que definen directamente las instalaciones de alumbrado definitivas tanto del interior de la nave y del centro de transformación como del exterior.

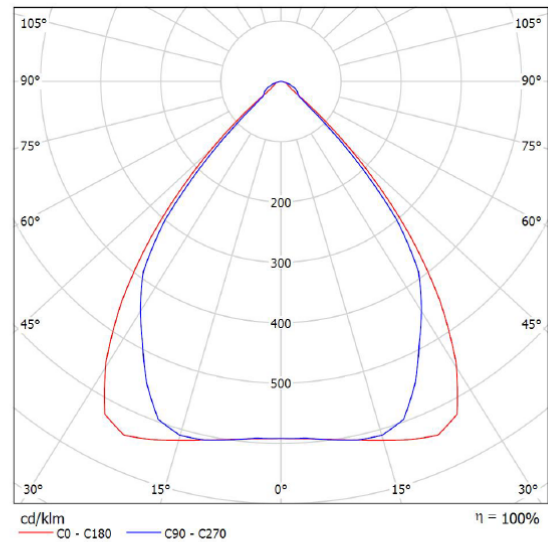
Para la elección de las luminarias se ha tenido en cuenta a tres fabricantes: Philips, General Electric y Legrand. Se ha decidido diseñar las instalaciones con sus luminarias ya que estas marcas tienen un amplio catálogo y variedad de configuraciones y aportan mucha información sobre sus productos.

FABRICANTE	Nº LUMINARIAS TOTALES PROYECTO	INSTALACIÓN
	167	Interior de la nave y CT y exterior
	15	Exterior
	52	Emergencias de la nave y el CT (ver Anexo 2: Cálculo del alumbrado de emergencia con el programa Emerlight 4.0)

3.1.2 Luminarias utilizadas para el interior de la nave

PHILIPS BY470P 1 xGRN130S/840 MB GC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



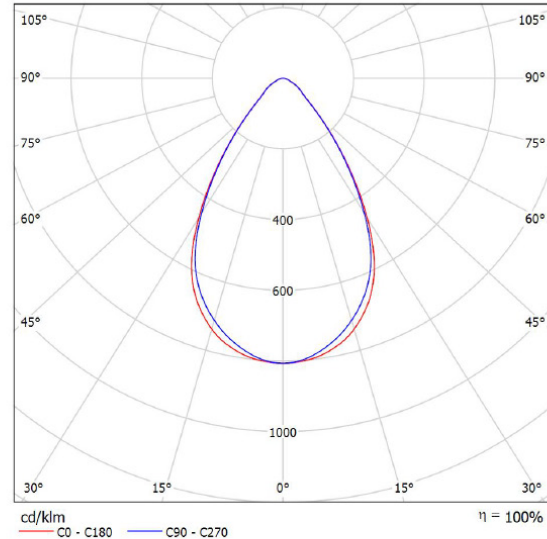
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 82 98 100 100 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.5	22.3	21.7	22.5	22.7	21.1	22.0	21.4	22.2	22.4
	3H	21.4	22.2	21.7	22.4	22.7	21.2	21.9	21.5	22.2	22.4
	4H	21.4	22.1	21.7	22.3	22.6	21.2	21.9	21.5	22.1	22.4
	6H	21.3	22.0	21.7	22.3	22.5	21.1	21.8	21.4	22.1	22.3
	8H	21.3	21.9	21.6	22.2	22.5	21.1	21.7	21.4	22.0	22.3
4H	12H	21.3	21.8	21.6	22.2	22.5	21.1	21.6	21.4	22.0	22.3
	2H	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6	21.0	21.7	21.3	21.9	22.2
	3H	21.3	21.9	21.6	22.2	22.5	21.0	21.6	21.4	21.9	22.2
	4H	21.2	21.8	21.6	22.1	22.4	21.0	21.5	21.4	21.9	22.2
	6H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.0	21.4	21.4	21.8	22.2
8H	8H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.0	21.4	21.4	21.7	22.1
	12H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.3	20.9	21.3	21.4	21.7	22.1
	4H	21.2	21.5	21.6	21.9	22.3	20.9	21.3	21.4	21.7	22.1
	6H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	20.9	21.2	21.3	21.6	22.1
	8H	21.1	21.3	21.6	21.8	22.3	20.9	21.1	21.3	21.6	22.0
12H	12H	21.0	21.3	21.5	21.7	22.2	20.8	21.0	21.3	21.5	22.0
	4H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.3	20.9	21.2	21.3	21.6	22.1
	6H	21.1	21.3	21.5	21.8	22.3	20.9	21.1	21.3	21.6	22.0
	8H	21.0	21.3	21.5	21.7	22.2	20.8	21.0	21.3	21.5	22.0
	12H	21.0	21.3	21.5	21.7	22.2	20.8	21.0	21.3	21.5	22.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+2.8 / -7.8					+2.7 / -6.0					
S = 1.5H	+4.7 / -8.4					+3.9 / -6.6					
S = 2.0H	+6.6 / -8.8					+5.8 / -8.0					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	3.0					2.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 13000lm Flujo luminoso total											

PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



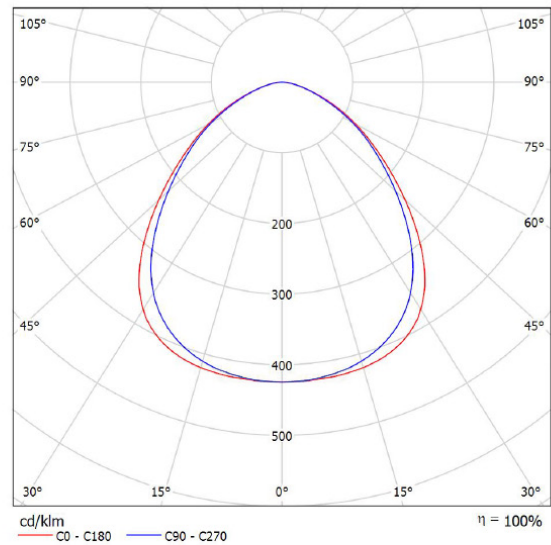
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 96 99 100 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.4	16.3	15.7	16.5	16.7	15.3	16.2	15.6	16.4	16.6
	3H	15.6	16.4	15.9	16.7	16.9	15.6	16.3	15.9	16.6	16.8
	4H	15.7	16.5	16.0	16.7	17.0	15.6	16.4	16.0	16.6	16.9
	6H	15.8	16.5	16.1	16.7	17.0	15.7	16.4	16.0	16.7	16.9
	8H	15.8	16.4	16.1	16.7	17.0	15.7	16.4	16.1	16.7	17.0
	12H	15.8	16.4	16.1	16.7	17.0	15.7	16.3	16.1	16.6	16.9
4H	2H	15.4	16.2	15.7	16.4	16.7	15.3	16.1	15.7	16.3	16.6
	3H	15.7	16.3	16.1	16.6	17.0	15.6	16.3	16.0	16.6	16.9
	4H	15.9	16.4	16.2	16.7	17.1	15.8	16.3	16.2	16.7	17.0
	6H	16.0	16.4	16.4	16.8	17.2	15.9	16.4	16.3	16.7	17.1
	8H	16.0	16.4	16.4	16.8	17.2	15.9	16.3	16.4	16.7	17.1
	12H	16.0	16.4	16.5	16.8	17.2	16.0	16.3	16.4	16.7	17.1
8H	4H	15.8	16.2	16.3	16.6	17.0	15.8	16.2	16.2	16.6	17.0
	6H	16.0	16.3	16.4	16.7	17.2	15.9	16.2	16.4	16.7	17.1
	8H	16.0	16.3	16.5	16.8	17.2	16.0	16.3	16.4	16.7	17.2
	12H	16.1	16.3	16.6	16.8	17.3	16.0	16.2	16.5	16.7	17.2
12H	4H	15.8	16.2	16.2	16.6	17.0	15.7	16.1	16.2	16.5	16.9
	6H	16.0	16.2	16.4	16.7	17.2	15.9	16.2	16.4	16.6	17.1
	8H	16.0	16.3	16.5	16.7	17.2	16.0	16.2	16.4	16.7	17.2
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.8 / -2.1					+1.8 / -2.1					
S = 1.5H	+3.3 / -2.6					+3.2 / -2.6					
S = 2.0H	+4.9 / -3.7					+4.9 / -3.7					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	-2.1					-2.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 920lm Flujo luminoso total											

PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



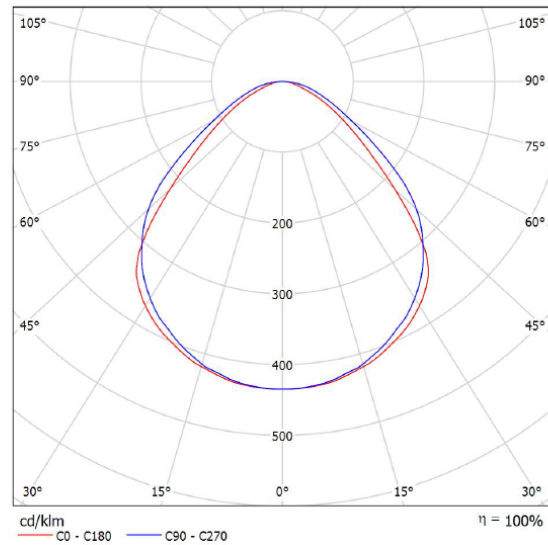
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 58 87 98 100 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	16.4	17.6	16.7	17.8	18.0	16.1	17.2	16.3	17.5	17.7
	3H	17.2	18.3	17.5	18.5	18.8	16.8	17.9	17.2	18.2	18.4
	4H	17.4	18.4	17.8	18.7	19.0	17.1	18.1	17.4	18.4	18.6
	6H	17.5	18.5	17.9	18.8	19.1	17.2	18.1	17.6	18.4	18.7
	8H	17.6	18.4	17.9	18.8	19.1	17.3	18.1	17.6	18.4	18.8
4H	12H	17.6	18.4	17.9	18.7	19.1	17.3	18.1	17.6	18.4	18.8
	2H	16.8	17.8	17.1	18.0	18.3	16.5	17.5	16.8	17.8	18.0
	3H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
	4H	18.0	18.8	18.4	19.1	19.5	17.8	18.5	18.1	18.8	19.2
	6H	18.2	18.9	18.6	19.2	19.6	18.0	18.6	18.4	19.0	19.4
8H	8H	18.3	18.9	18.7	19.3	19.7	18.0	18.6	18.5	19.0	19.4
	12H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.7	18.1	18.6	18.5	19.0	19.4
	4H	18.1	18.7	18.6	19.1	19.5	17.9	18.4	18.3	18.8	19.2
	6H	18.4	18.9	18.8	19.3	19.7	18.2	18.6	18.6	19.0	19.5
	8H	18.5	18.9	18.9	19.3	19.8	18.3	18.7	18.7	19.1	19.6
12H	12H	18.5	18.9	19.0	19.3	19.8	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6
	4H	18.1	18.6	18.6	19.0	19.5	17.9	18.4	18.3	18.8	19.2
	6H	18.4	18.8	18.9	19.3	19.7	18.2	18.6	18.6	19.0	19.5
	8H	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8	18.3	18.6	18.8	19.1	19.6
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H	+0.4 / -0.9					+0.4 / -0.9					
S = 2.0H	+1.1 / -1.6					+1.0 / -1.7					
Tabla estándar	BK03					BK03					
Sumando de corrección	0.7					0.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3400lm Flujo luminoso total											

PHILIPS SM134V PSU W20L120 1 xLED27S/840 NOC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



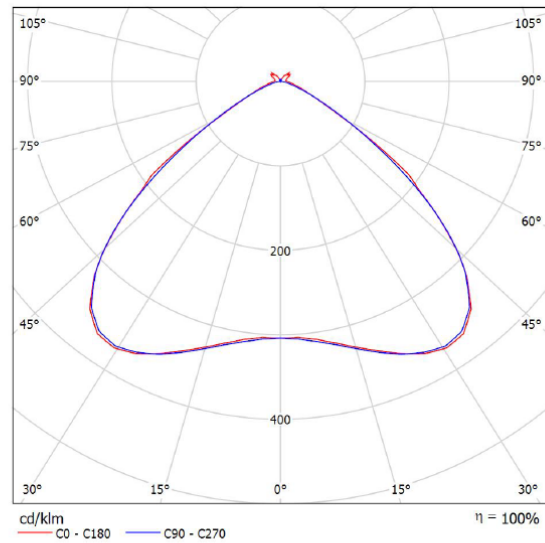
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 89 98 100 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	17,6	18,7	17,9	18,9	19,2	19,0	20,1	19,2	20,3	
	3H	18,0	19,1	18,4	19,3	19,6	19,7	20,7	20,0	21,0	
	4H	18,2	19,2	18,5	19,4	19,7	20,0	21,0	20,3	21,3	
	6H	18,3	19,2	18,6	19,5	19,8	20,3	21,2	20,6	21,5	
	8H	18,3	19,1	18,6	19,4	19,8	20,4	21,2	20,7	21,5	
	12H	18,3	19,1	18,7	19,4	19,8	20,4	21,3	20,8	21,6	
4H	2H	18,0	19,0	18,3	19,2	19,5	19,2	20,2	19,5	20,4	
	3H	18,6	19,4	18,9	19,7	20,0	20,1	20,9	20,5	21,3	
	4H	18,8	19,5	19,2	19,9	20,2	20,5	21,2	20,9	21,6	
	6H	19,0	19,6	19,4	20,0	20,4	20,9	21,5	21,3	21,8	
	8H	19,0	19,6	19,5	20,0	20,4	21,0	21,6	21,4	22,0	
	12H	19,1	19,6	19,5	20,0	20,4	21,1	21,6	21,5	22,0	
8H	4H	19,0	19,6	19,4	19,9	20,4	20,6	21,2	21,0	21,5	
	6H	19,2	19,7	19,7	20,1	20,6	21,0	21,5	21,5	21,9	
	8H	19,4	19,8	19,8	20,2	20,7	21,2	21,6	21,6	22,0	
	12H	19,4	19,8	19,9	20,2	20,7	21,3	21,7	21,8	22,1	
	12H	4H	19,0	19,5	19,4	19,9	20,3	20,6	21,1	21,0	21,5
		6H	19,3	19,7	19,8	20,1	20,6	21,0	21,4	21,5	21,8
8H		19,4	19,8	19,9	20,2	20,7	21,2	21,5	21,7	22,0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,0H		+0,6 / -0,8					+0,3 / -0,4				
S = 1,5H		+1,1 / -1,5					+0,6 / -1,0				
S = 2,0H	+2,0 / -2,3					+1,5 / -1,6					
Tabla estándar	BK03					BK03					
Sumando de corrección	1,7					3,3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2700lm Flujo luminoso total											

PHILIPS WT470C L1600 1 xLED35S/840 WB / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



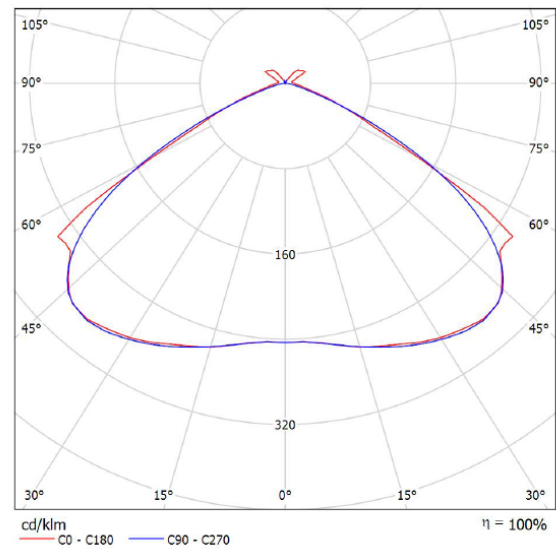
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 57 92 98 97 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	17.4	18.5	17.7	18.8	19.1	18.1	19.3	18.5	19.5	19.8
	3H	17.4	18.4	17.8	18.7	19.0	18.2	19.2	18.5	19.5	19.8
	4H	17.4	18.3	17.8	18.6	19.0	18.2	19.1	18.5	19.4	19.8
	6H	17.3	18.2	17.7	18.6	18.9	18.1	19.0	18.5	19.3	19.7
	8H	17.3	18.2	17.7	18.5	18.9	18.1	18.9	18.5	19.3	19.6
4H	12H	17.3	18.1	17.7	18.5	18.9	18.0	18.8	18.4	19.2	19.6
	2H	17.4	18.4	17.8	18.7	19.0	18.1	19.1	18.5	19.4	19.7
	3H	17.5	18.3	17.9	18.7	19.1	18.2	19.0	18.7	19.4	19.8
	4H	17.5	18.2	18.0	18.6	19.0	18.2	18.9	18.7	19.3	19.8
	6H	17.5	18.1	18.0	18.6	19.0	18.2	18.8	18.7	19.2	19.7
8H	8H	17.5	18.1	18.0	18.5	19.0	18.2	18.7	18.7	19.2	19.6
	12H	17.6	18.0	18.0	18.5	19.0	18.1	18.6	18.6	19.1	19.6
	4H	17.5	18.0	18.0	18.5	18.9	18.2	18.7	18.6	19.2	19.6
	6H	17.5	18.0	18.0	18.4	19.0	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6
	8H	17.5	17.9	18.1	18.4	19.0	18.1	18.5	18.7	19.0	19.6
12H	12H	17.6	17.9	18.1	18.4	19.0	18.1	18.4	18.6	19.0	19.5
	4H	17.4	17.9	17.9	18.4	18.9	18.1	18.6	18.6	19.1	19.6
	6H	17.5	17.9	18.0	18.4	18.9	18.1	18.5	18.6	19.0	19.6
	8H	17.5	17.9	18.1	18.4	19.0	18.1	18.4	18.6	19.0	19.5
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.7 / -0.9					+0.7 / -0.9					
S = 1.5H	+1.7 / -4.0					+2.0 / -3.8					
S = 2.0H	+3.0 / -5.4					+3.7 / -5.8					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	-0.3					0.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3500lm Flujo luminoso total											

PHILIPS WT470C L1600 1 xLED64S/840 VWB / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 96
Código CIE Flux: 45 86 98 96 100

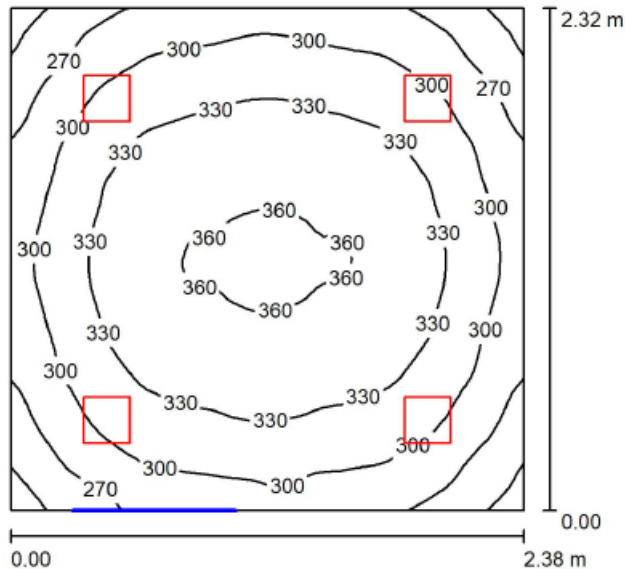
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
2H	2H	21.0	22.3	21.4	22.6	22.9	21.8	23.1	22.2	23.4	23.7	
	3H	21.2	22.3	21.6	22.6	23.0	22.2	23.3	22.6	23.6	24.0	
	4H	21.2	22.2	21.6	22.6	22.9	22.1	23.2	22.5	23.6	23.9	
	6H	21.1	22.1	21.5	22.5	22.9	22.1	23.0	22.5	23.4	23.8	
	8H	21.1	22.0	21.5	22.4	22.8	22.0	23.0	22.5	23.4	23.8	
4H	12H	21.1	22.0	21.5	22.4	22.8	22.0	22.9	22.4	23.3	23.7	
	2H	21.3	22.4	21.7	22.7	23.1	22.0	23.1	22.4	23.5	23.8	
	3H	21.6	22.4	22.0	22.8	23.3	22.4	23.3	22.9	23.7	24.1	
	4H	21.6	22.4	22.0	22.8	23.2	22.4	23.2	22.9	23.6	24.1	
	6H	21.6	22.2	22.1	22.7	23.2	22.4	23.1	22.9	23.5	24.0	
8H	8H	21.6	22.2	22.1	22.6	23.1	22.4	23.0	22.9	23.5	24.0	
	12H	21.5	22.1	22.1	22.6	23.1	22.3	22.9	22.8	23.4	23.9	
	4H	21.5	22.1	22.0	22.6	23.1	22.4	23.0	22.9	23.5	24.0	
	6H	21.5	22.1	22.1	22.6	23.1	22.3	22.9	22.9	23.4	23.9	
	8H	21.6	22.0	22.1	22.5	23.1	22.3	22.8	22.9	23.3	23.9	
12H	12H	21.6	21.9	22.1	22.5	23.1	22.3	22.7	22.9	23.2	23.8	
	4H	21.5	22.1	22.0	22.5	23.1	22.3	22.9	22.9	23.4	23.9	
	6H	21.5	22.0	22.1	22.5	23.1	22.3	22.8	22.9	23.3	23.9	
	8H	21.5	21.9	22.1	22.5	23.1	22.3	22.7	22.9	23.2	23.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.4 / -0.4					+0.2 / -0.2						
S = 1.5H	+1.3 / -2.4					+1.0 / -1.4						
S = 2.0H	+2.4 / -4.5					+2.3 / -4.2						
Tabla estándar	BK01					BK01						
Sumando de corrección	3.8					4.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6400lm Flujo luminoso total												

3.1.3 Resultados obtenidos del estudio luminotécnico interior

3.1.3.1 Aseo de hombres planta 1

Aseo Hombres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.121 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	314	224	365	0.713
Suelo	20	213	165	246	0.775
Techo	70	67	51	81	0.760
Paredes (4)	50	135	63	351	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

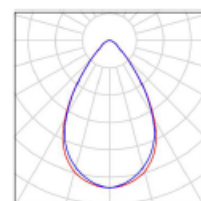
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M (1.000)	920	920	10.8
Total:			3680	3680	43.2

Valor de eficiencia energética: $7.82 \text{ W/m}^2 = 2.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.52 m^2)

Aseo Hombres / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 920 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 920 lm
Potencia de las luminarias: 10.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Aseo Hombres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3680 lm
Potencia total: 43.2 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	246	69	314	/	/
Suelo	158	56	213	20	14
Techo	0.00	67	67	70	15
Pared 1	78	60	138	50	22
Pared 2	72	60	132	50	21
Pared 3	75	60	135	50	22
Pared 4	72	60	133	50	21

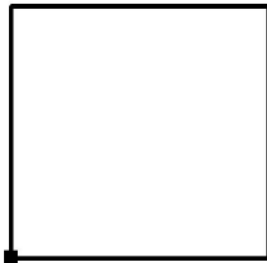
Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.713 (1:1)

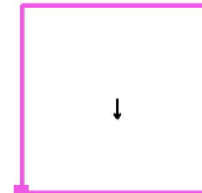
E_{\min} / E_{\max} : 0.614 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $7.82 \text{ W/m}^2 = 2.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.52 m^2)

Aseo Hombres / UGR ASEO H / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



2.154	12	12	13	14	13	12	12
1.823	14	14	15	15	15	14	14
1.491	15	15	16	16	16	15	15
1.160	/	/	/	/	/	/	/
0.829	/	/	/	/	/	/	/
0.497	/	/	/	/	/	/	/
0.166	/	/	/	/	/	/	/
m	0.170	0.510	0.850	1.190	1.530	1.870	2.210

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

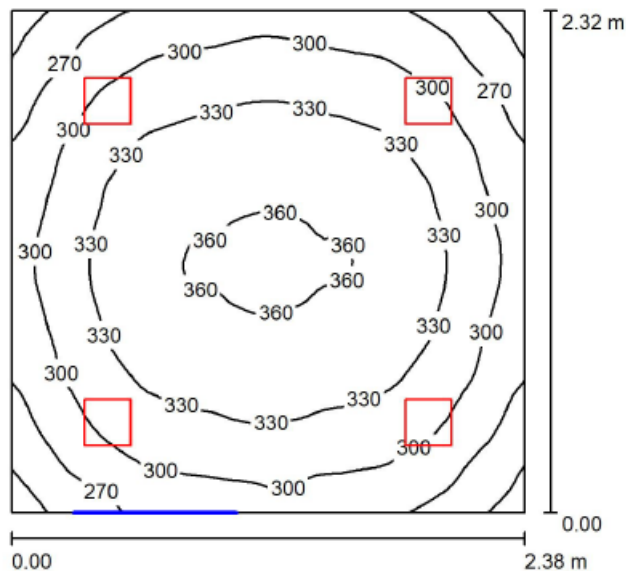
Trama: 7 x 7 Puntos

Min
/

Max
16

3.1.3.2 Aseo de mujeres planta 1

Aseo Mujeres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.121 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	314	224	365	0.713
Suelo	20	213	165	246	0.775
Techo	70	67	51	81	0.760
Paredes (4)	50	135	63	351	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

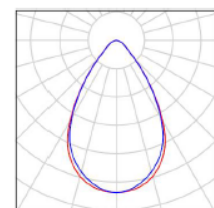
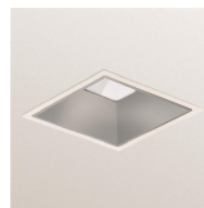
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M (1.000)	920	920	10.8
Total:			3680	3680	43.2

Valor de eficiencia energética: $7.82 \text{ W/m}^2 = 2.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.52 m^2)

Aseo Mujeres / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 920 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 920 lm
Potencia de las luminarias: 10.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Aseo Mujeres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3680 lm
Potencia total: 43.2 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	246	69	314	/	/
Suelo	158	56	213	20	14
Techo	0.00	67	67	70	15
Pared 1	78	60	138	50	22
Pared 2	72	60	132	50	21
Pared 3	75	60	135	50	22
Pared 4	72	60	133	50	21

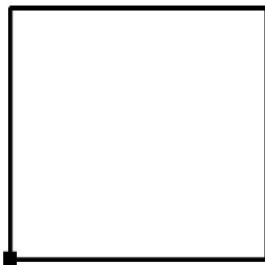
Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.713 (1:1)

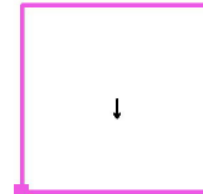
E_{\min} / E_{\max} : 0.614 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $7.82 \text{ W/m}^2 = 2.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.52 m^2)

Aseo Mujeres / UGR ASEO M / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



2.154	12	12	13	14	13	12	12
1.823	14	14	15	15	15	14	14
1.491	15	15	16	16	16	15	15
1.160	/	/	/	/	/	/	/
0.829	/	/	/	/	/	/	/
0.497	/	/	/	/	/	/	/
0.166	/	/	/	/	/	/	/
m	0.170	0.510	0.850	1.190	1.530	1.870	2.210

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

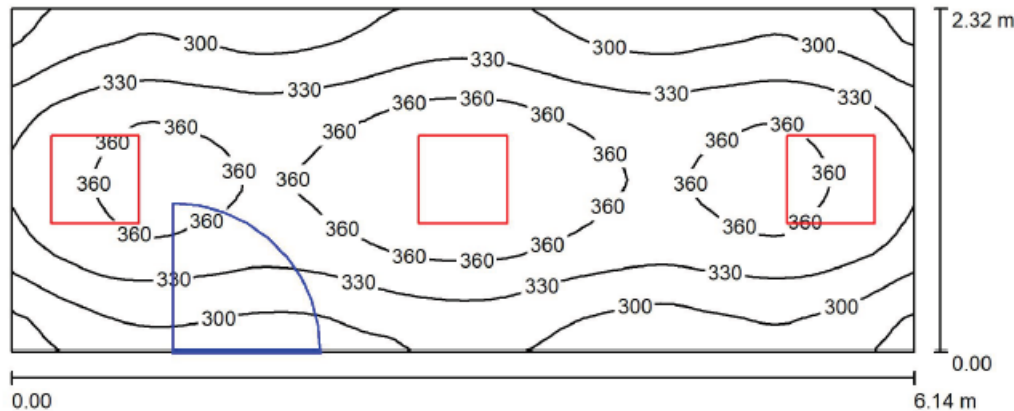
Trama: 7 x 7 Puntos

Min
/

Max
16

3.1.3.3 Archivo

Archivo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.032 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:44

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	332	259	385	0.780
Suelo	20	258	197	289	0.765
Techo	70	86	67	144	0.778
Paredes (4)	50	191	73	822	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

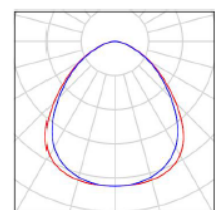
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC (1.000)	3400	3400	36.0
Total:			10200	10200	108.0

Valor de eficiencia energética: $7.58 \text{ W/m}^2 = 2.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.24 m^2)

Archivo / Lista de luminarias

3 Pieza PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 58 87 98 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Archivo / Resultados luminotécnicos

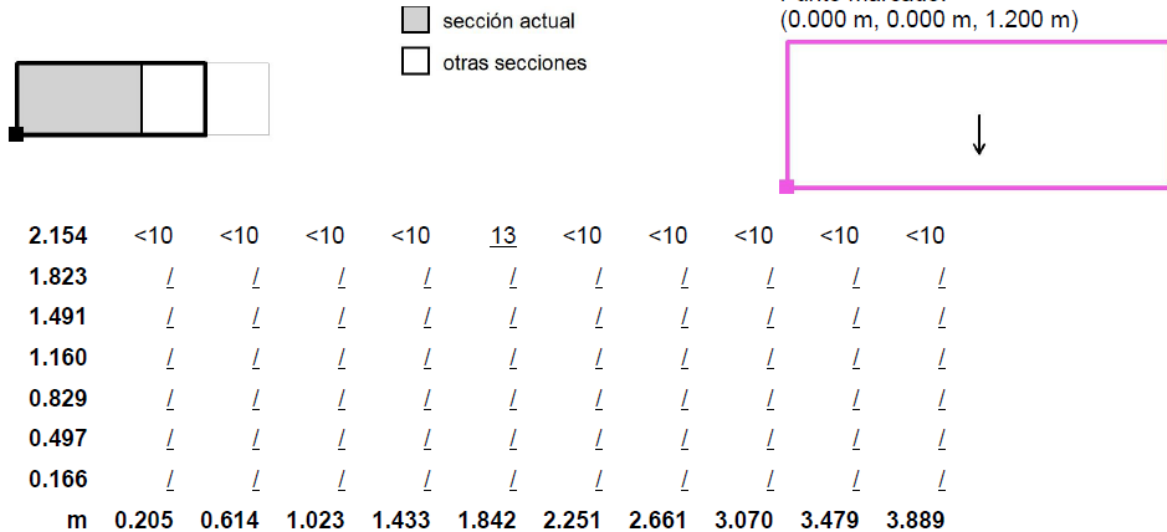
Flujo luminoso total: 10200 lm
Potencia total: 108.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	243	89	332	/	/
Suelo	176	82	258	20	16
Techo	0.01	86	86	70	19
Pared 1	100	79	179	50	28
Pared 2	143	78	221	50	35
Pared 3	99	79	179	50	28
Pared 4	143	79	222	50	35

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.780 (1:1)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.673 (1:1)

Valor de eficiencia energética: $7.58 \text{ W/m}^2 = 2.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.24 m^2)

Archivo / UGR ARCHIVO / Tabla (UGR)



Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

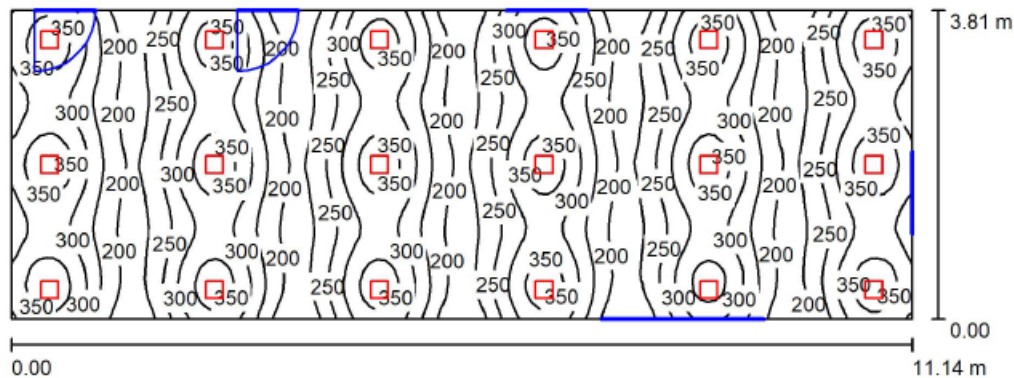
Trama: 15 x 7 Puntos

Min
/

Max
13

3.1.3.4 Hall planta 1

Hall P1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.121 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	274	155	386	0.564
Suelo	20	222	156	254	0.701
Techo	70	51	42	79	0.822
Paredes (4)	50	110	47	421	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran-	al eje de luminaria
Altura:	1.600 m	Pared izq	16	16	
Trama:	128 x 64 Puntos	Pared inferior	16	16	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

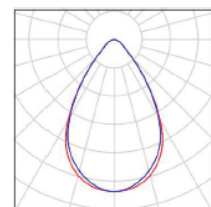
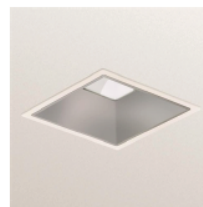
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M (1.000)	920	920	10.8
Total:			16560	16560	194.4

Valor de eficiencia energética: $4.58 \text{ W/m}^2 = 1.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.44 m^2)

Hall P1 / Lista de luminarias

18 Pieza PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 920 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 920 lm
Potencia de las luminarias: 10.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Hall P1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 16560 lm
Potencia total: 194.4 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	228	46	274	/	/
Suelo	177	45	222	20	14
Techo	0.01	51	51	70	11
Pared 1	63	46	109	50	17
Pared 2	67	47	113	50	18
Pared 3	64	45	109	50	17
Pared 4	66	49	115	50	18

Simetrías en el plano útil

E_{min} / E_m : 0.564 (1:2)

E_{min} / E_{max} : 0.400 (1:2)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

16

16

Tran

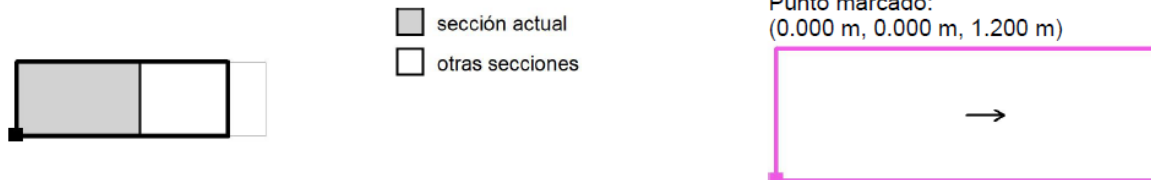
16

16

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $4.58 \text{ W/m}^2 = 1.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.44 m^2)

Hall P1 / UGR HALL P1 / Tabla (UGR)



3.538	12	15	11	12	15	12	12	14	12	11
2.994	13	16	12	13	16	14	13	15	17	12
2.449	13	16	12	13	16	15	13	15	17	12
1.905	13	16	12	13	15	14	13	15	13	12
1.361	13	16	12	13	16	15	13	16	18	13
0.816	13	16	12	13	16	14	13	15	17	12
0.272	12	15	11	12	15	12	12	14	12	11
m	0.328	0.983	1.638	2.294	2.949	3.604	4.259	4.915	5.570	6.225

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

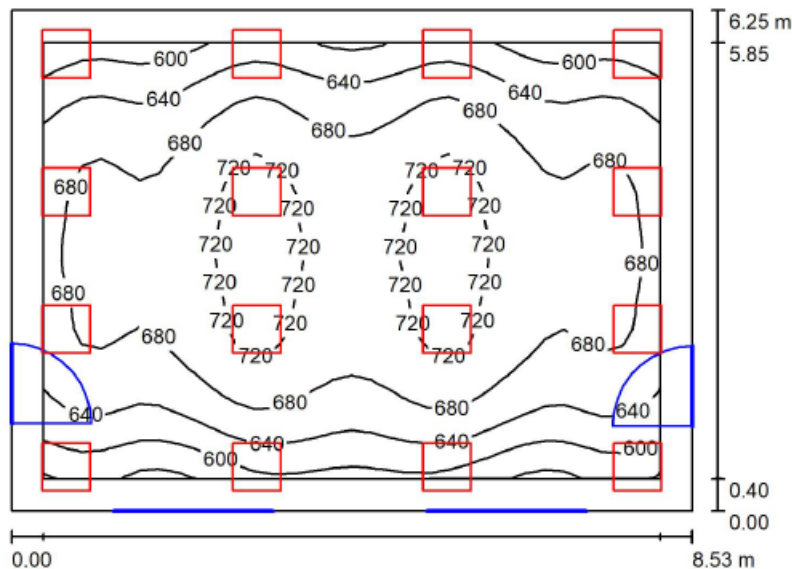
Trama: 17 x 7 Puntos

Min
/

Max
18

3.1.3.5 Oficinas

Oficinas / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.032 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	671	550	741	0.819
Suelo	20	579	401	675	0.692
Techo	70	148	124	245	0.838
Paredes (4)	50	360	142	1009	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

UGR

Pared izq 18
Pared inferior 18
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria
18 18
17

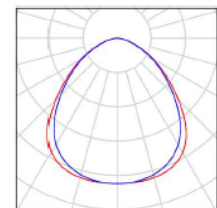
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC (1.000)	3400	3400	36.0
Total:			54400	54400	576.0

Valor de eficiencia energética: $10.80 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 53.31 m^2)

Oficinas / Lista de luminarias

16 Pieza PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 58 87 98 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Oficinas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 54400 lm
Potencia total: 576.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.400 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx] directo	indirecto	total	Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
Plano útil	539	133	671	/	/
Suelo	440	139	579	20	37
Techo	0.01	148	148	70	33
Pared 1	227	133	360	50	57
Pared 2	230	134	363	50	58
Pared 3	225	131	356	50	57
Pared 4	229	134	363	50	58

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.819 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.743 (1:1)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

18

18

Tran

18

17

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $10.80 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 53.31 m^2)

Oficinas / UGR OFICINAS / Tabla (UGR)



☒ sección actual
☐ otras secciones

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



5.804	16	17	17	18	18	18	18	18	17	17
4.911	15	16	16	16	17	17	17	16	16	16
4.018	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17
3.125	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15
2.232	14	15	15	15	15	15	15	15	15	14
1.339	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.446	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.388	1.163	1.939	2.714	3.490	4.265	5.040	5.816	6.591	7.367

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

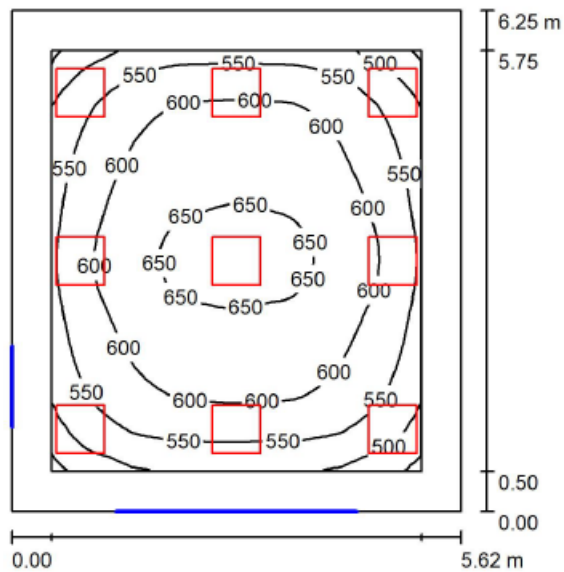
Trama: 11 x 7 Puntos

Min
/

Max
18

3.1.3.6 Sala de reuniones

Sala Reuniones / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.032 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	587	439	663	0.747
Suelo	20	468	299	585	0.639
Techo	70	114	85	133	0.746
Paredes (4)	50	268	107	480	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.800 m	Pared izq	18	17	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior	18	17	
Zona marginal: 0.500 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

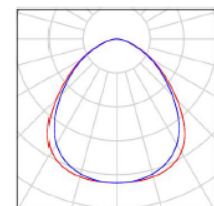
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC (1.000)	3400	3400	36.0
Total:			30600	30600	324.0

Valor de eficiencia energética: $9.22 \text{ W/m}^2 = 1.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 35.13 m^2)

Sala Reuniones / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 58 87 98 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Sala Reuniones / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 30600 lm
Potencia total: 324.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.500 m

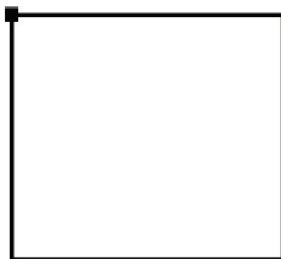
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	484	104	587	/	/
Suelo	359	109	468	20	30
Techo	0.01	114	114	70	25
Pared 1	149	105	254	50	40
Pared 2	174	103	277	50	44
Pared 3	158	104	262	50	42
Pared 4	173	103	276	50	44

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.747 (1:1)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.662 (1:2)

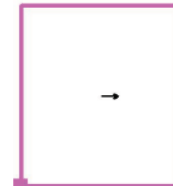
UGR Longi- Tran al eje de luminaria
Pared izq 18 17
Pared inferior 18 17
(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: $9.22 \text{ W/m}^2 = 1.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 35.13 m^2)

Sala Reuniones / UGR SALA REUNIONES / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



5.308	16	17	18	18	17	18	17	16	16
4.683	17	17	18	18	18	18	18	17	16
4.059	17	17	18	18	17	17	17	16	16
3.434	16	15	16	16	16	16	16	15	14
2.810	16	15	16	16	16	16	16	15	14
2.186	14	14	15	15	14	15	14	14	13
1.561	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.937	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.312	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.347	1.042	1.736	2.431	3.125	3.819	4.514	5.208	5.903

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

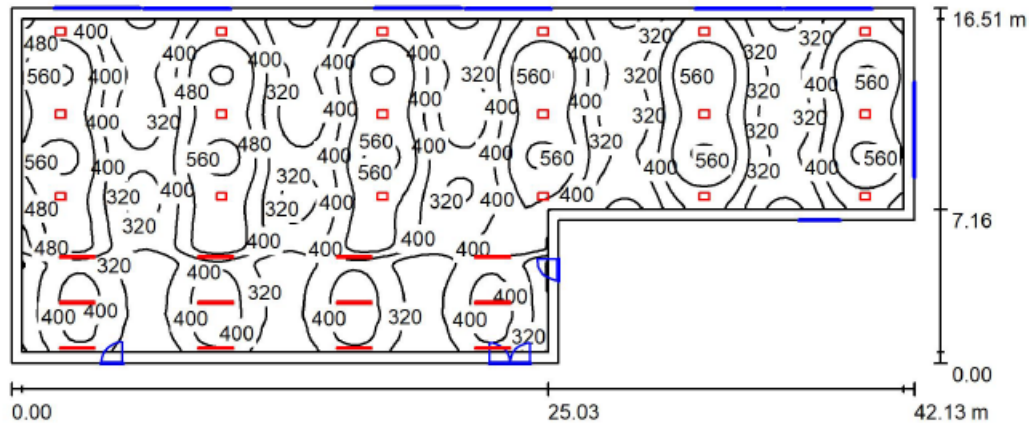
Trama: 9 x 9 Puntos

Min
/

Max
18

3.1.3.7 Taller

Taller / Resumen



Altura del local: 6.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:302

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	402	270	589	0.672
Suelo	20	373	234	473	0.627
Techo	70	74	62	93	0.831
Paredes (6)	50	162	57	1006	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

Lista de piezas - Luminarias

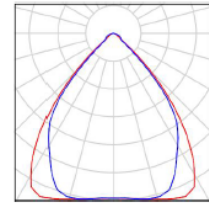
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	PHILIPS BY470P 1 xGRN130S/840 MB GC (1.000)	13000	13000	87.0
2	12	PHILIPS WT470C L1600 1 xLED64S/840 VWB (1.000)	6400	6400	46.5
Total:			310800	310800	2124.0

Valor de eficiencia energética: $3.63 \text{ W/m}^2 = 0.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 585.01 m^2)

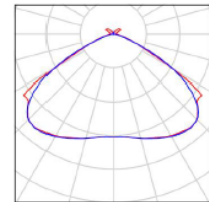
Taller / Lista de luminarias

18 Pieza PHILIPS BY470P 1 xGRN130S/840 MB GC
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 13000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 13000 lm
Potencia de las luminarias: 87.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 82 98 100 100 100
Lámpara: 1 x GRN130S/840/- (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



12 Pieza PHILIPS WT470C L1600 1 xLED64S/840 VWB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 6400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6400 lm
Potencia de las luminarias: 46.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 96
Código CIE Flux: 45 86 98 96 100
Lámpara: 1 x LED64S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Taller / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 310800 lm
Potencia total: 2124.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.500 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	338	65	402	/	/
Suelo	305	67	373	20	24
Techo	0.00	74	74	70	17
Pared 1	128	70	197	50	31
Pared 2	81	66	147	50	23
Pared 3	86	68	153	50	24
Pared 4	67	70	137	50	22
Pared 5	92	69	161	50	26
Pared 6	87	72	160	50	25

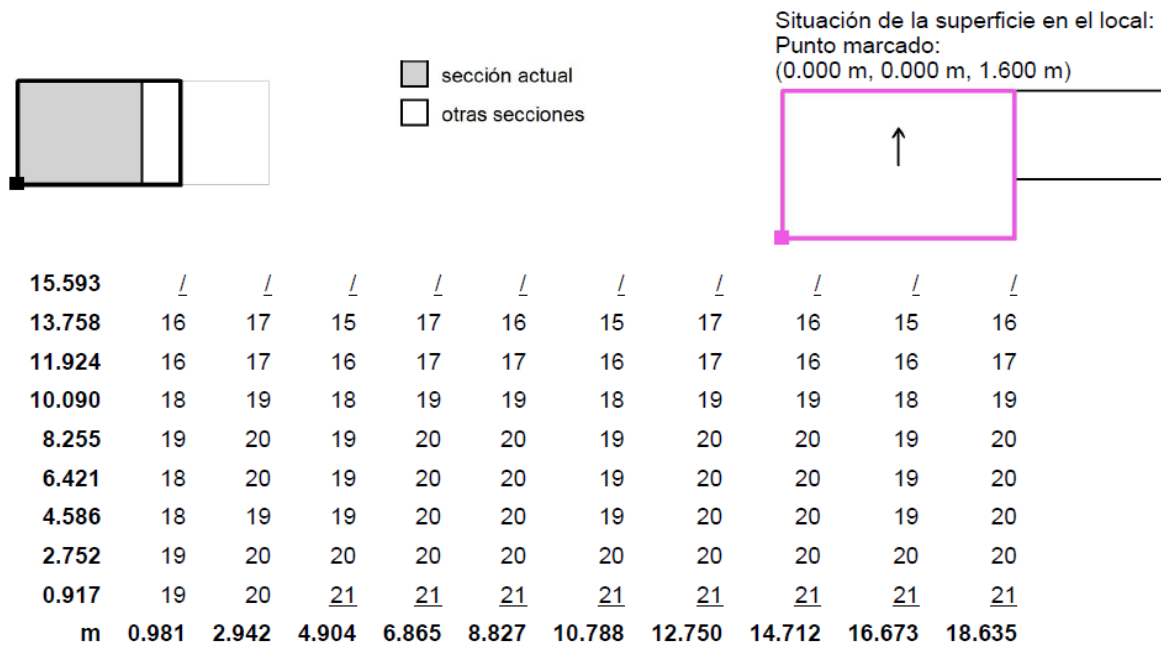
Simetrías en el plano útil

E_{min} / E_m : 0.672 (1:2)

E_{min} / E_{max} : 0.458 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $3.63 \text{ W/m}^2 = 0.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 585.01 m²)

Taller / UGR 1 TALLER / Tabla (UGR)

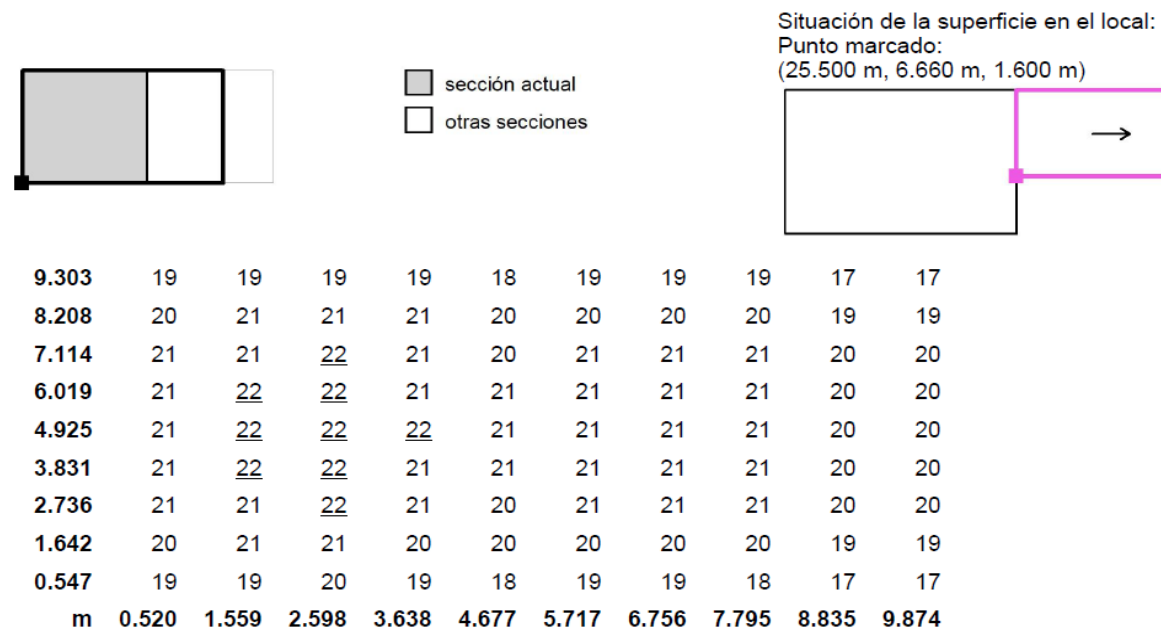


Trama: 13 x 9 Puntos

Min
/

Max
21

Taller / UGR 2 TALLER / Tabla (UGR)



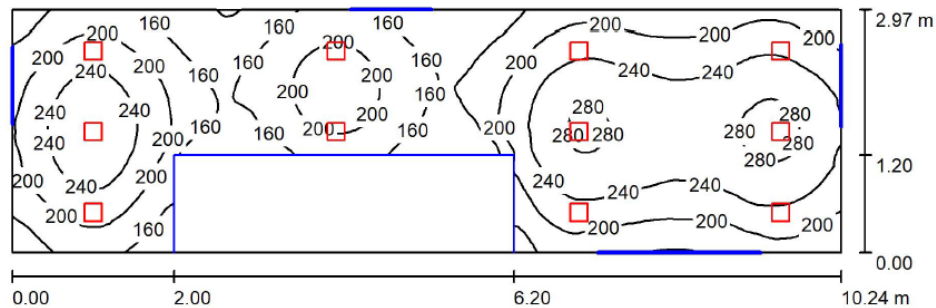
Trama: 16 x 9 Puntos

Min
/

Max
22

3.1.3.8 Hall planta baja

Hall Planta Baja / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.121 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:74

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	208	115	291	0.550
Suelo	20	122	1.70	191	0.014
Techo	70	29	1.10	45	0.039
Paredes (4)	50	66	0.50	245	/

Plano útil:

Altura: 1.600 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

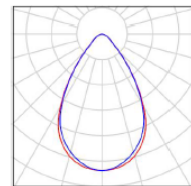
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	11	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M (1.000)	920	920	10.8
Total:			10120	10120	118.8

Valor de eficiencia energética: $3.91 \text{ W/m}^2 = 1.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 30.41 m^2)

Hall Planta Baja / Lista de luminarias

11 Pieza PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 920 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 920 lm
Potencia de las luminarias: 10.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Hall Planta Baja / Resultados luminotécnicos

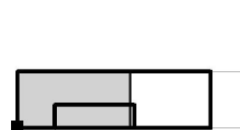
Flujo luminoso total: 10120 lm
Potencia total: 118.8 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	175	33	208	/	/
Suelo	95	26	122	20	7.74
Techo	0.00	29	29	70	6.37
Pared 1	29	19	48	50	7.58
Pared 2	57	36	92	50	15
Pared 3	45	29	74	50	12
Pared 4	42	30	71	50	11

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.550 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.394 (1:3)

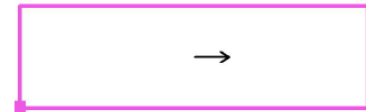
Valor de eficiencia energética: $3.91 \text{ W/m}^2 = 1.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 30.41 m^2)

Hall Planta Baja / UGR HALL PB / Tabla (UGR)



sección actual
 otras secciones

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.600 m)



2.673	11	12	14	<u>17</u>	15	11	12	14	16	15
2.079	12	13	14	<u>17</u>	11	12	13	14	<u>17</u>	13
1.485	12	12	14	<u>17</u>	11	12	12	14	<u>17</u>	11
0.891	<10	<10	<10	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>
0.297	<10	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>
m	0.301	0.904	1.506	2.108	2.711	3.313	3.915	4.518	5.120	5.722

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

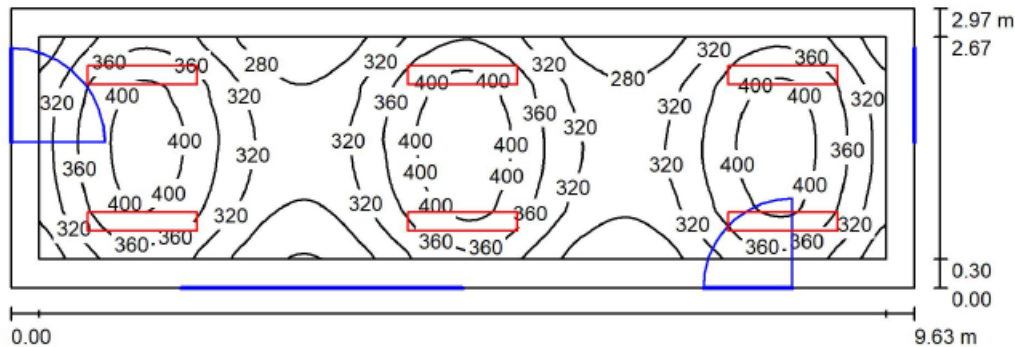
Trama: 17 x 5 Puntos

Min
/

Max
17

3.1.3.9 Recepción

Recepcion / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:69

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	342	238	430	0.696
Suelo	20	269	187	320	0.694
Techo	70	47	34	54	0.727
Paredes (4)	50	115	31	369	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
Trama: 128 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

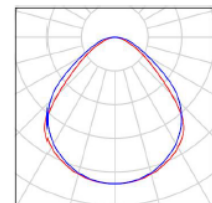
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS SM134V PSU W20L120 1 xLED27S/840 NOC (1.000)	2700	2700	27.0
Total:			16200	16200	162.0

Valor de eficiencia energética: $5.66 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 28.60 m^2)

Recepcion / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS SM134V PSU W20L120 1 xLED27S/840 NOC
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2700 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 89 98 100 100
Lámpara: 1 x LED27S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Recepcion / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 16200 lm
Potencia total: 162.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.300 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	289	53	342	/	/
Suelo	209	60	269	20	17
Techo	0.00	47	47	70	10
Pared 1	63	52	115	50	18
Pared 2	57	51	107	50	17
Pared 3	70	50	121	50	19
Pared 4	57	49	106	50	17

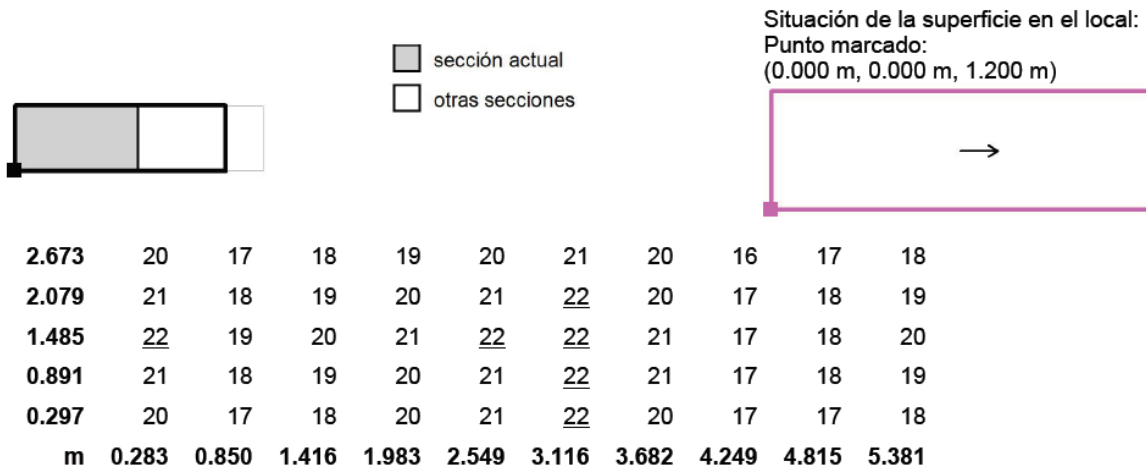
Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.696 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.554 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $5.66 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 28.60 m^2)

Recepcion / UGR RECEPCION / Tabla (UGR)



Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

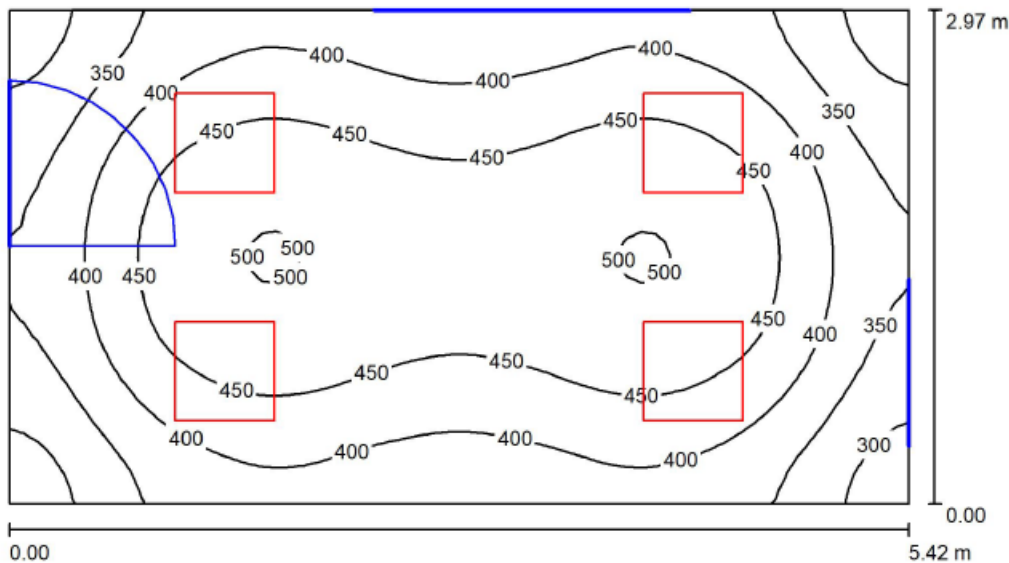
Trama: 17 x 5 Puntos

Min
/

Max
22

3.1.3.10 Sala CGD

Sala Cuadros / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.032 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	415	274	504	0.660
Suelo	20	269	198	313	0.736
Techo	70	97	68	108	0.700
Paredes (4)	50	209	85	512	/

Plano útil:

Altura: 1.600 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

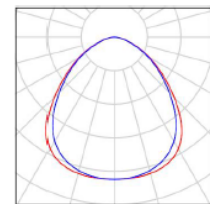
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC (1.000)	3400	3400	36.0
Total:			13600	13600	144.0

Valor de eficiencia energética: $8.95 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.10 m^2)

Sala Cuadros / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 58 87 98 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Sala Cuadros / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13600 lm
Potencia total: 144.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	313	102	415	/	/
Suelo	179	90	269	20	17
Techo	0.01	97	97	70	22
Pared 1	125	86	211	50	34
Pared 2	111	87	198	50	32
Pared 3	130	87	217	50	35
Pared 4	110	88	198	50	32

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.660 (1:2)

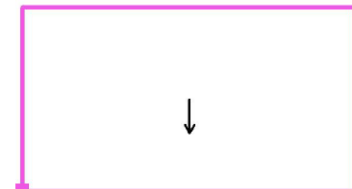
E_{\min} / E_{\max} : 0.544 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $8.95 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.10 m^2)

Sala Cuadros / UGR SALA CUADROS / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



2.673	11	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	11
2.079	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.485	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.891	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.297	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.301	0.903	1.506	2.108	2.710	3.312	3.914	4.517	5.119

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

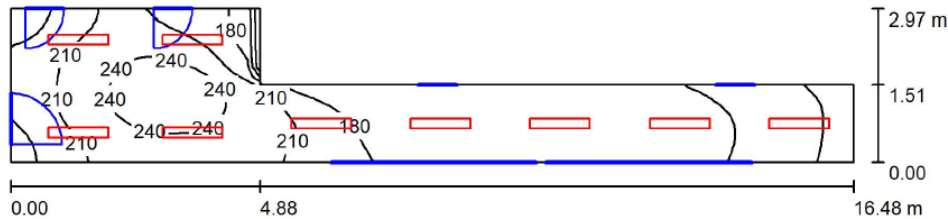
Trama: 9 x 5 Puntos

Min
/

Max
12

3.1.3.11 Pasillo

Pasillo / Resumen



Altura del local: 6.500 m, Altura de montaje: 6.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:118

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	189	113	253	0.598
Suelo	20	134	79	175	0.592
Techo	70	56	38	80	0.665
Paredes (6)	50	113	30	486	/

Plano útil:

Altura: 1.600 m
Trama: 64 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

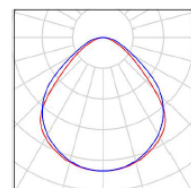
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS SM134V PSU W20L120 1 xLED27S/840 NOC (1.000)	2700	2700	27.0
Total:			24300	24300	243.0

Valor de eficiencia energética: $7.59 \text{ W/m}^2 = 4.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.01 m^2)

Pasillo / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS SM134V PSU W20L120 1 xLED27S/840 NOC
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2700 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 89 98 100 100
Lámpara: 1 x LED27S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 24300 lm
Potencia total: 243.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	136	53	189	/	/
Suelo	93	41	134	20	8.53
Techo	0.00	56	56	70	13
Pared 1	58	51	109	50	17
Pared 2	63	44	107	50	17
Pared 3	58	43	101	50	16
Pared 4	68	60	129	50	20
Pared 5	80	61	141	50	22
Pared 6	75	60	135	50	21

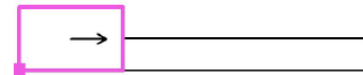
Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.598 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.446 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $7.59 \text{ W/m}^2 = 4.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.01 m^2)

Pasillo / UGR 1 PASILLO / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.600 m)



2.673	16	16	13	13	13	12	/	/	/
2.079	17	17	15	15	13	12	11	/	/
1.485	18	18	17	17	17	17	17	17	17
0.891	18	17	16	17	17	17	16	17	17
0.297	18	18	17	17	17	17	17	17	17
m	0.271	0.813	1.356	1.898	2.440	2.982	3.524	4.067	4.609

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 9 x 5 Puntos

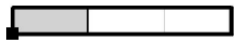
Min
/

Max
18

Pasillo / UGR 2 PASILLO / Tabla (UGR)

■ sección actual
□ otras secciones

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(4.900 m, 0.000 m, 1.600 m)



1.359	16	14	14	16	16	16	16	16	16	17
1.057	15	16	16	17	17	16	16	16	16	17
0.755	15	16	16	17	17	17	17	17	16	17
0.453	15	16	16	17	17	17	17	17	17	18
0.151	15	16	16	18	18	17	17	17	17	18
m	0.200	0.599	0.998	1.398	1.797	2.196	2.596	2.995	3.394	3.794

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

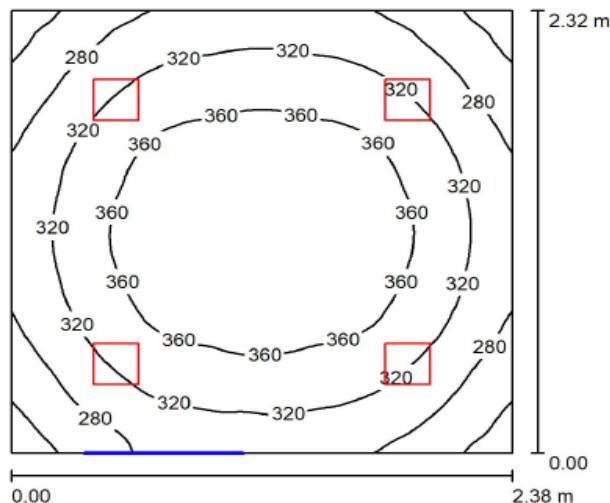
Trama: 29 x 5 Puntos

Min
14

Max
19

3.1.3.12 Aseo de hombres planta baja

Aseo Hombres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.121 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	328	216	399	0.659
Suelo	20	220	167	256	0.759
Techo	70	64	52	72	0.811
Paredes (4)	50	132	58	291	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

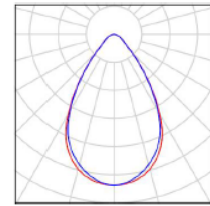
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M (1.000)	920	920	10.8
Total:			3680	3680	43.2

Valor de eficiencia energética: $7.82 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.52 m^2)

Aseo Hombres / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 920 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 920 lm
Potencia de las luminarias: 10.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Aseo Hombres / Resultados luminotécnicos

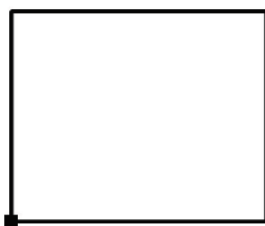
Flujo luminoso total: 3680 lm
Potencia total: 43.2 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	260	68	328	/	/
Suelo	163	57	220	20	14
Techo	0.00	64	64	70	14
Pared 1	75	59	135	50	21
Pared 2	71	60	131	50	21
Pared 3	74	60	133	50	21
Pared 4	71	60	131	50	21

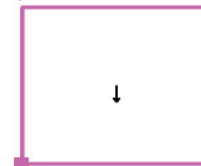
Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.659 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.540 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $7.82 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.52 m^2)

Aseo Hombres / UGR ASEO HOMBRES / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



2.154	12	13	14	14	14	13	12
1.823	14	15	15	16	15	15	14
1.491	<10	<10	12	16	12	<10	<10
1.160	/	/	/	/	/	/	/
0.829	/	/	/	/	/	/	/
0.497	/	/	/	/	/	/	/
0.166	/	/	/	/	/	/	/
m	0.170	0.510	0.850	1.190	1.530	1.870	2.210

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

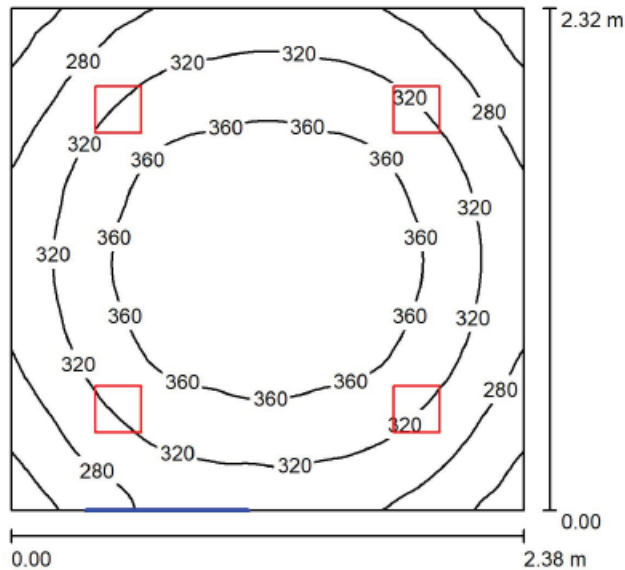
Trama: 7 x 7 Puntos

Min
/

Max
16

3.1.3.13 Aseo de mujeres planta baja

Aseo Mujeres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.121 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	328	216	399	0.659
Suelo	20	220	167	256	0.759
Techo	70	64	52	72	0.811
Paredes (4)	50	132	58	291	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

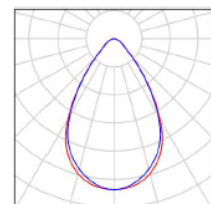
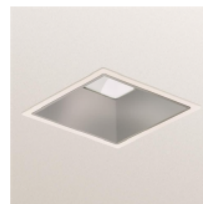
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M (1.000)	920	920	10.8
Total:			3680	3680	43.2

Valor de eficiencia energética: $7.82 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.52 m^2)

Aseo Mujeres / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 920 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 920 lm
Potencia de las luminarias: 10.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Aseo Mujeres / Resultados luminotécnicos

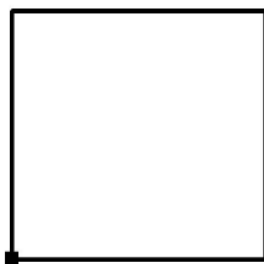
Flujo luminoso total: 3680 lm
Potencia total: 43.2 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	260	68	328	/	/
Suelo	163	57	220	20	14
Techo	0.00	64	64	70	14
Pared 1	75	59	135	50	21
Pared 2	71	60	131	50	21
Pared 3	74	60	133	50	21
Pared 4	71	60	131	50	21

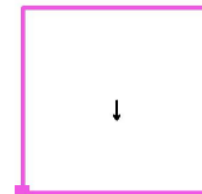
Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.659 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.540 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $7.82 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.52 m^2)

Aseo Mujeres / UGR ASEO MUJERES / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



2.154	12	13	14	14	14	13	12
1.823	14	15	15	<u>16</u>	15	15	14
1.491	<10	<10	12	<u>16</u>	12	<10	<10
1.160	/	/	/	/	/	/	/
0.829	/	/	/	/	/	/	/
0.497	/	/	/	/	/	/	/
0.166	/	/	/	/	/	/	/
m	0.170	0.510	0.850	1.190	1.530	1.870	2.210

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

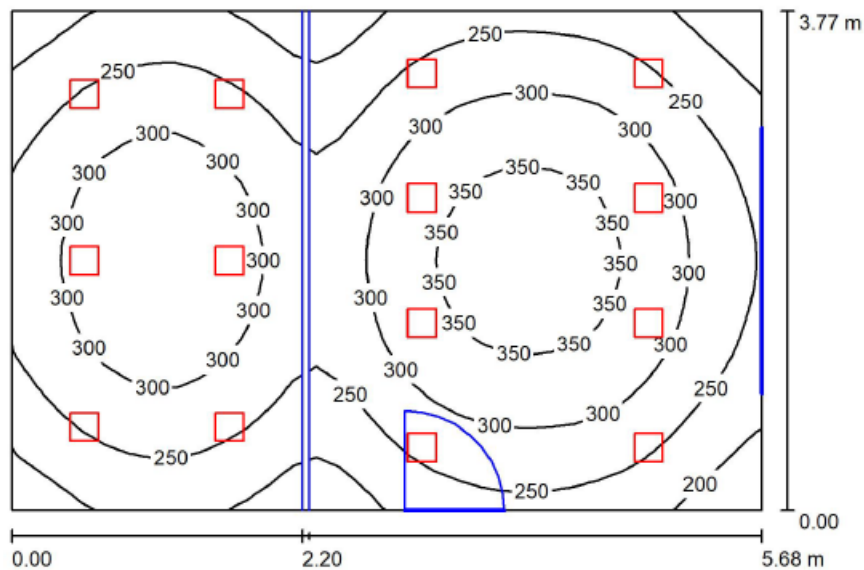
Trama: 7 x 7 Puntos

Min
/

Max
16

3.1.3.14 Vestuario de hombres

Vestuario Hombres / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.121 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:49

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	279	160	375	0.573
Suelo	20	207	125	266	0.604
Techo	70	38	23	47	0.618
Paredes (4)	50	101	24	265	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

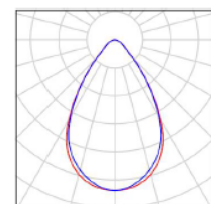
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M (1.000)	920	920	10.8
Total:			12880	12880	151.2

Valor de eficiencia energética: $7.06 \text{ W/m}^2 = 2.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.41 m^2)

Vestuario Hombres / Lista de luminarias

14 Pieza PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 920 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 920 lm
Potencia de las luminarias: 10.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Vestuario Hombres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 12880 lm
Potencia total: 151.2 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	242	37	279	/	/
Suelo	172	35	207	20	13
Techo	0.00	38	38	70	8.45
Pared 1	68	34	102	50	16
Pared 2	59	37	96	50	15
Pared 3	67	34	102	50	16
Pared 4	70	31	101	50	16

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.573 (1:2)

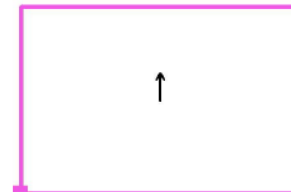
E_{\min} / E_{\max} : 0.426 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $7.06 \text{ W/m}^2 = 2.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.41 m^2)

Vestuario Hombres / UGR VESTUARIO HOMBRES / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



3.501	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.962	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.424	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.885	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.346	15	16	16	/	16	15	15	14	13
0.808	14	15	16	/	15	14	13	14	12
0.269	14	16	16	/	17	16	16	15	14
m	0.316	0.947	1.578	2.209	2.840	3.471	4.102	4.733	5.364

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

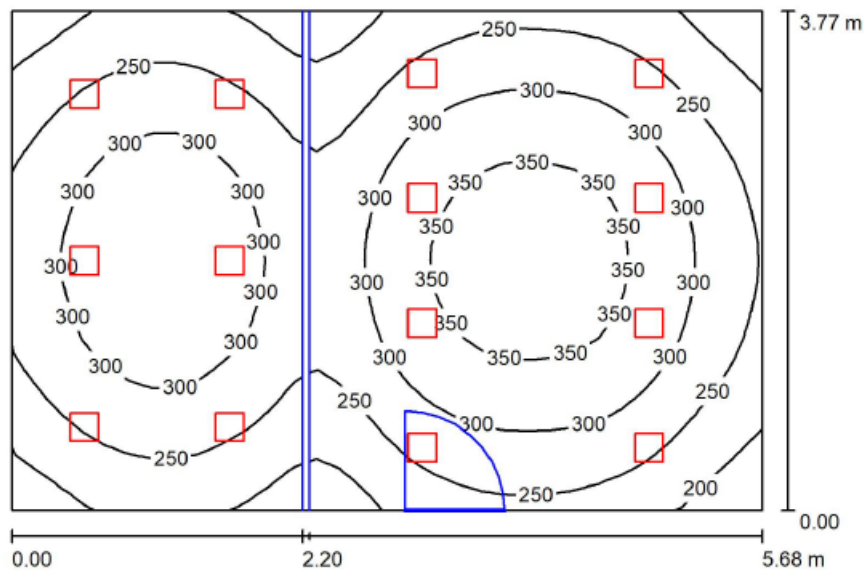
Trama: 9 x 7 Puntos

Min
/

Max
21

3.1.3.15 Vestuario de mujeres

Vestuario Mujeres / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.121 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:49

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	281	162	378	0.576
Suelo	20	208	126	268	0.605
Techo	70	40	24	48	0.601
Paredes (4)	50	102	24	269	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

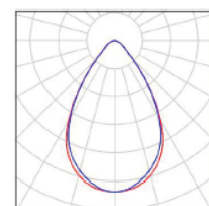
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M (1.000)	920	920	10.8
Total:			12880	12880	151.2

Valor de eficiencia energética: $7.06 \text{ W/m}^2 = 2.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.41 m^2)

Vestuario Mujeres / Lista de luminarias

14 Pieza PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 920 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 920 lm
Potencia de las luminarias: 10.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 96 99 100 100
Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Vestuario Mujeres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 12880 lm
Potencia total: 151.2 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	242	39	281	/	/
Suelo	172	36	208	20	13
Techo	0.00	40	40	70	8.88
Pared 1	68	36	103	50	16
Pared 2	62	38	100	50	16
Pared 3	67	36	103	50	16
Pared 4	70	32	102	50	16

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.576 (1:2)

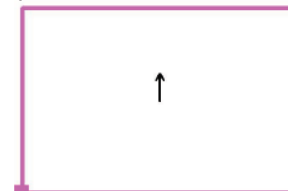
E_{\min} / E_{\max} : 0.429 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $7.06 \text{ W/m}^2 = 2.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.41 m^2)

Vestuario Mujeres / UGR VESTUARIO MUJERES / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



3.501	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.962	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.424	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.885	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.346	15	16	16	/	16	15	15	14	13
0.808	14	15	16	/	15	14	13	14	12
0.269	14	15	16	/	17	16	16	15	14
m	0.316	0.947	1.578	2.209	2.840	3.471	4.102	4.733	5.364

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

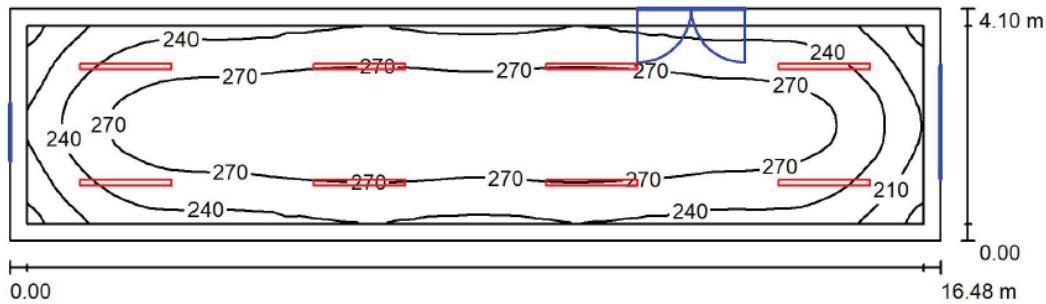
Trama: 9 x 7 Puntos

Min
/

Max
21

3.1.3.16 Almacén

Almacen / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:118

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	259	171	297	0.661
Suelo	20	203	137	238	0.675
Techo	70	62	34	222	0.543
Paredes (4)	50	122	47	291	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 128 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

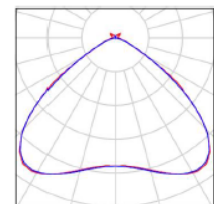
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS WT470C L1600 1 xLED35S/840 WB (1.000)	3500	3500	24.5
Total:			28000	28000	196.0

Valor de eficiencia energética: $2.90 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 67.57 m^2)

Almacen / Lista de luminarias

8 Pieza PHILIPS WT470C L1600 1 xLED35S/840 WB
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3500 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3500 lm
Potencia de las luminarias: 24.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 57 92 98 97 100
Lámpara: 1 x LED35S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Almacen / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 28000 lm
Potencia total: 196.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.300 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	204	55	259	/	/
Suelo	146	57	203	20	13
Techo	9.99	52	62	70	14
Pared 1	76	51	127	50	20
Pared 2	57	48	105	50	17
Pared 3	76	50	126	50	20
Pared 4	52	49	101	50	16

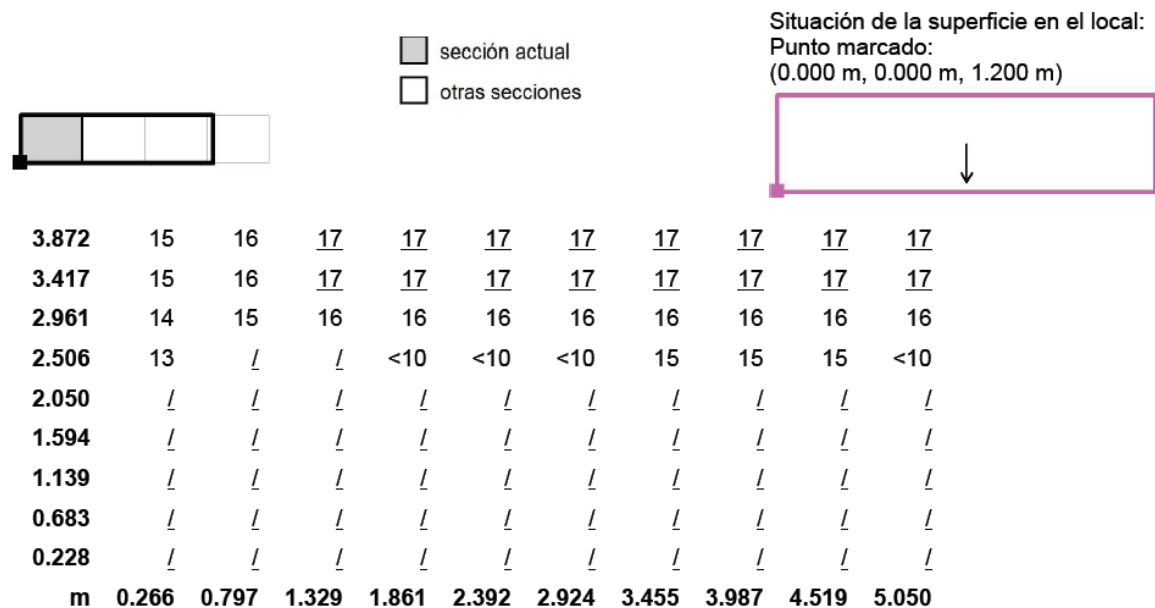
Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.661 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.577 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $2.90 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 67.57 m^2)

Almacen / UGR ALMACEN / Tabla (UGR)



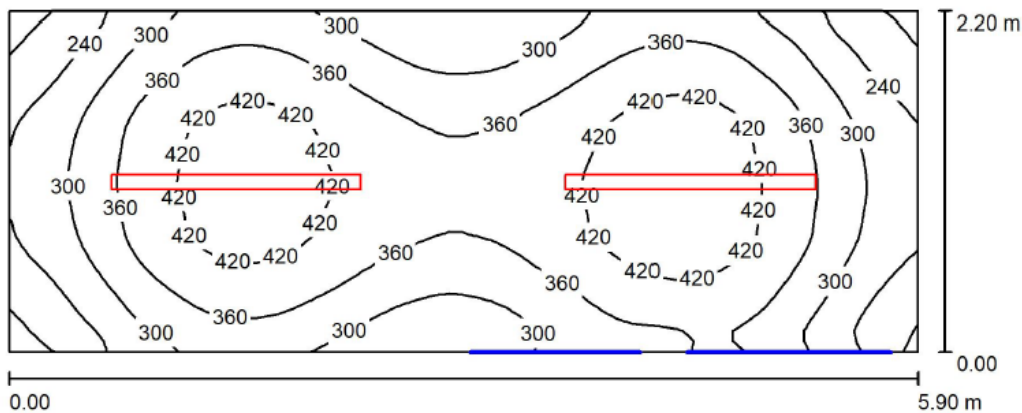
Trama: 31 x 9 Puntos

Min
/

Max
17

3.1.3.17 Centro de Transformación

Centro de Transformación / Resumen



Altura del local: 2.355 m, Altura de montaje: 2.355 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:43

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	345	161	458	0.465
Suelo	20	253	173	308	0.685
Techo	70	73	41	226	0.557
Paredes (4)	50	146	51	285	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.800 m	Pared izq	17	18	
Trama: 64 x 32 Puntos	Pared inferior	17	18	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

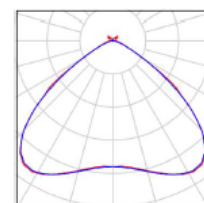
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS WT470C L1600 1 xLED35S/840 WB (1.000)	3500	3500	24.5
Total:			7000	7000	49.0

Valor de eficiencia energética: $3.78 \text{ W/m}^2 = 1.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.98 m^2)

Centro de Transformación / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS WT470C L1600 1 xLED35S/840 WB
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3500 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3500 lm
Potencia de las luminarias: 24.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 57 92 98 97 100
Lámpara: 1 x LED35S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Centro de Transformacion / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7000 lm
Potencia total: 49.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	275	70	345	/	/
Suelo	176	77	253	20	16
Techo	13	60	73	70	16
Pared 1	84	61	145	50	23
Pared 2	70	69	139	50	22
Pared 3	87	68	154	50	25
Pared 4	70	61	131	50	21

Simetrías en el plano útil

E_{min} / E_m : 0.465 (1:2)

E_{min} / E_{max} : 0.351 (1:3)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

17

17

Tran

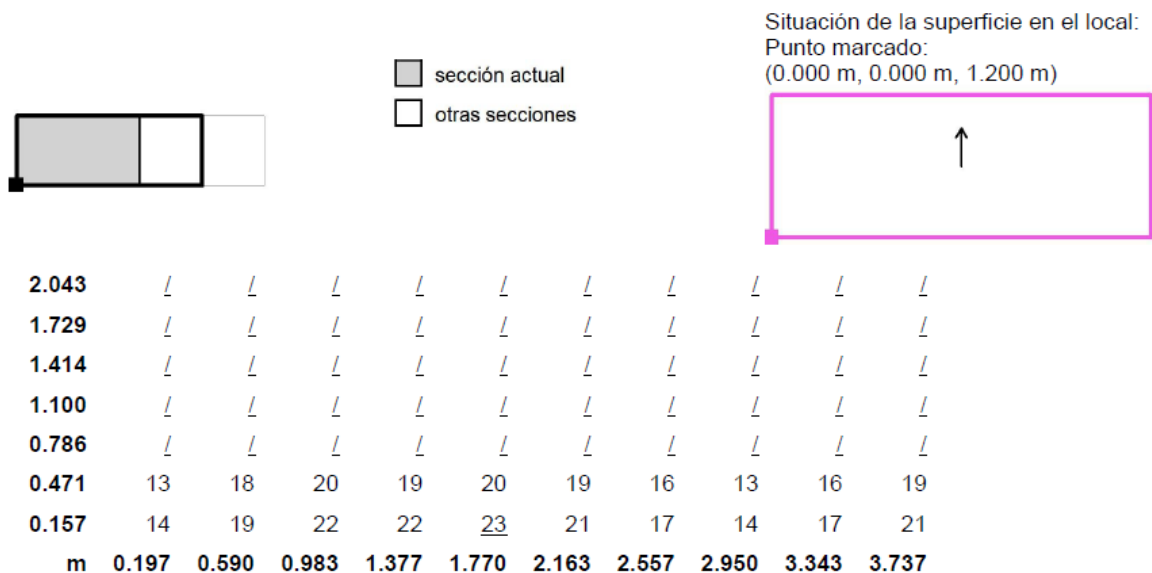
18

18

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: 3.78 W/m² = 1.09 W/m²/100 lx (Base: 12.98 m²)

Centro de Transformacion / UGR CENTRO TRANSFORMACION / Tabla (UGR)



Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 15 x 7 Puntos

Min
/

Max
23

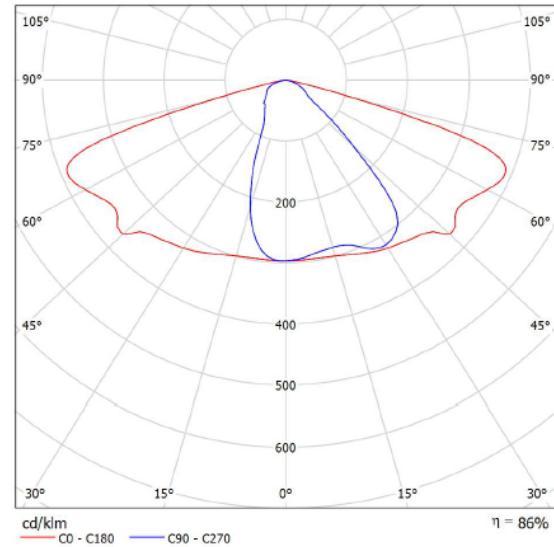
3.1.4 Luminarias utilizadas para el exterior de la nave

PHILIPS BGP340 1xLED92-3S/740 DM / Hoja de datos de luminaria



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 45 79 98 100 86

Emisión de luz 1:



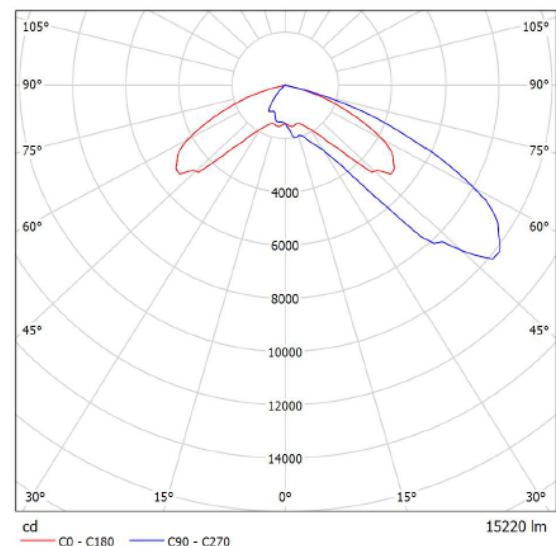
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

GELIGHTING 93027564 ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 23 72 98 100 100

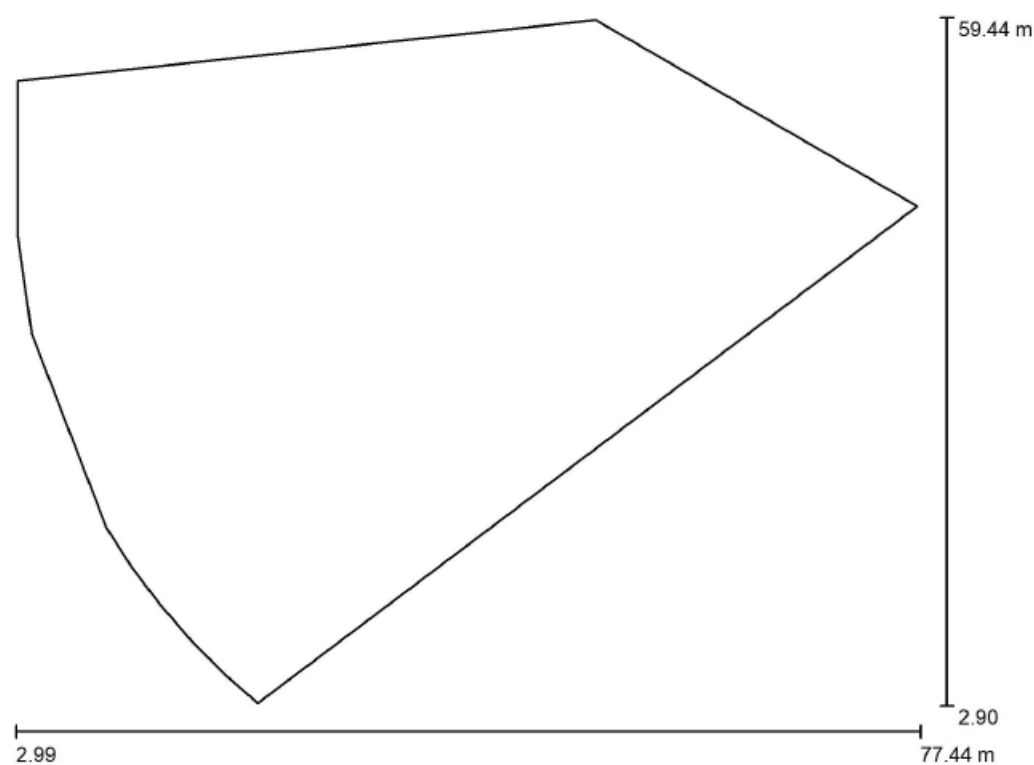
Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

3.1.5 Resultados obtenidos del estudio luminotécnico exterior

Parcela / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

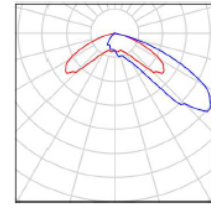
Escala 1:533

Lista de piezas - Luminarias

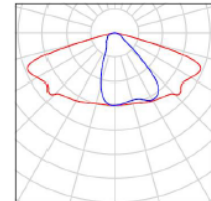
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	GELIGHTING 93027564 ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C (1.000)	15220	15220	140.0
2	7	PHILIPS BGP340 1xLED92-3S/740 DM (1.000)	7912	9200	71.0
Total:			283684	292700	2597.0

Parcela / Lista de luminarias

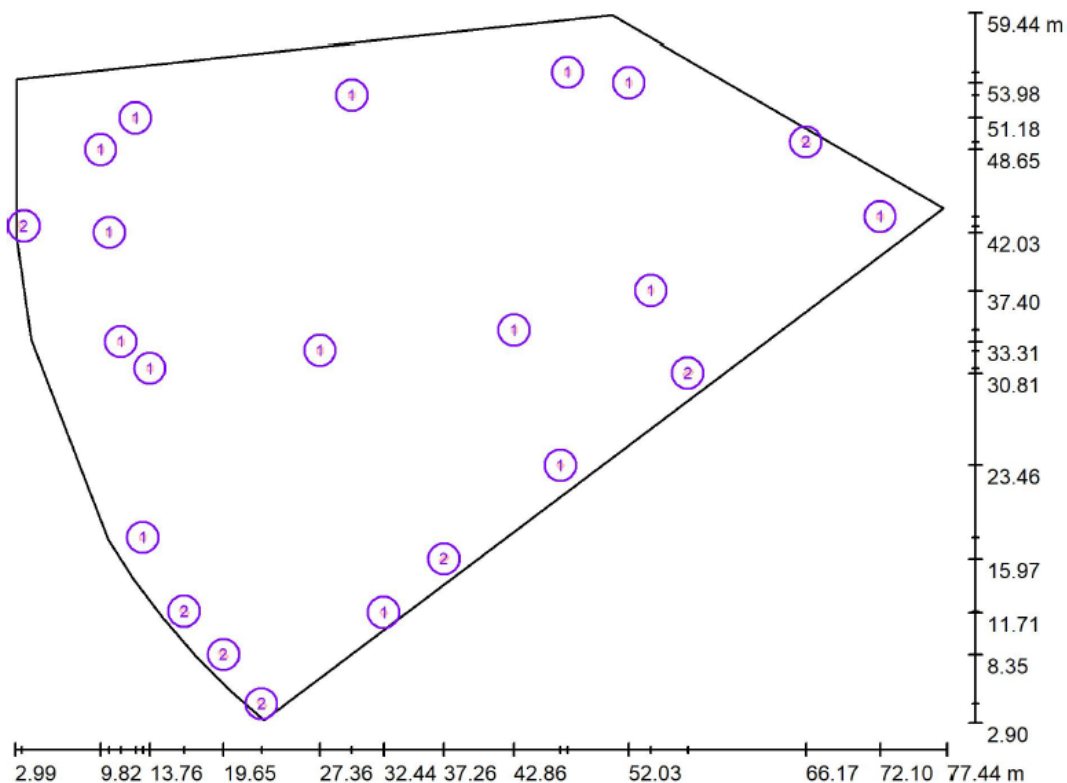
15 Pieza GELIGHTING 93027564
ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C
N° de artículo: 93027564
Flujo luminoso (Luminaria): 15220 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 15220 lm
Potencia de las luminarias: 140.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 23 72 98 100 100
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).



7 Pieza PHILIPS BGP340 1xLED92-3S/740 DM
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 7912 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 9200 lm
Potencia de las luminarias: 71.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 45 79 98 100 86
Lámpara: 1 x LED92-3S/740 (Factor de corrección 1.000).



Parcela / Luminarias (ubicación)

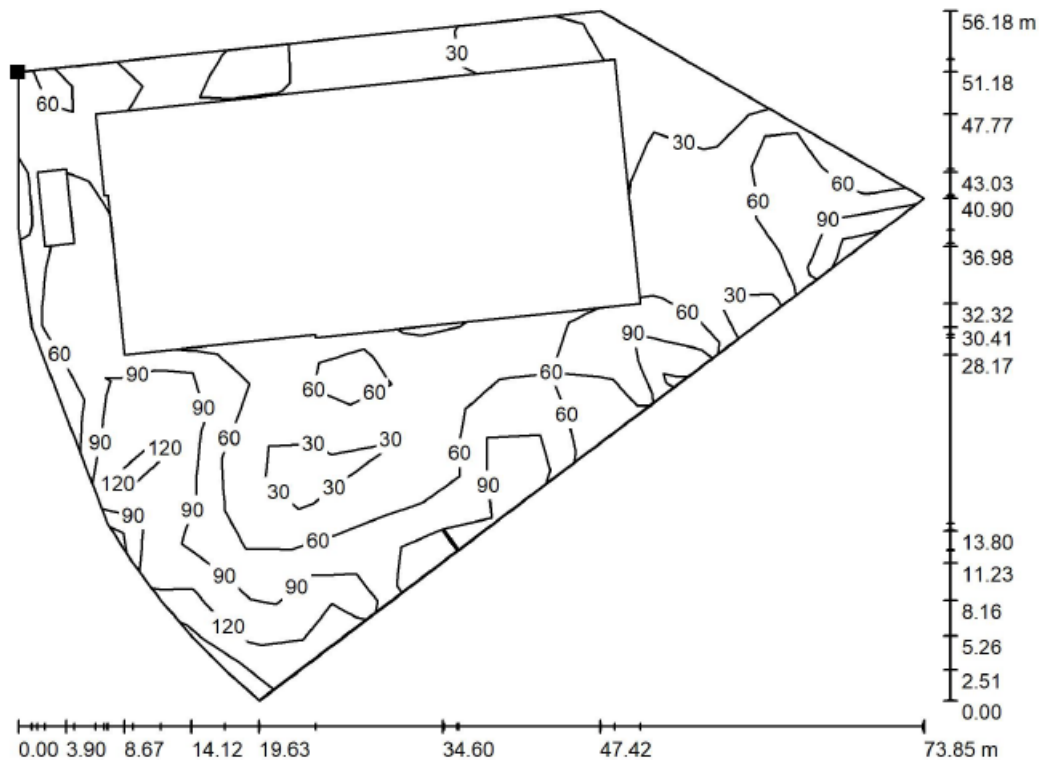


Escala 1 : 533

Lista de piezas - Luminarias

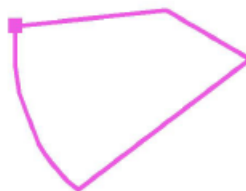
N°	Pieza	Designación
1	15	GELIGHTING 93027564 ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C
2	7	PHILIPS BGP340 1xLED92-3S/740 DM

Parcela / Superficie de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 528

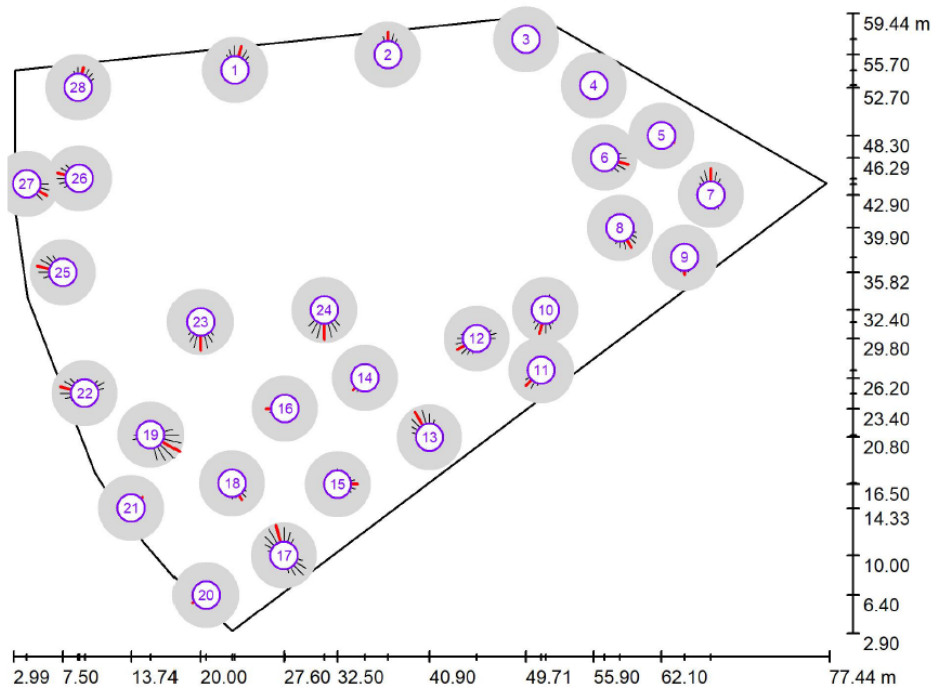
Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(3.300 m, 54.282 m, 0.000 m)



Trama: 19 x 15 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
67	18	162	0.269	0.112

Parcela / Observador GR (sumario de resultados)



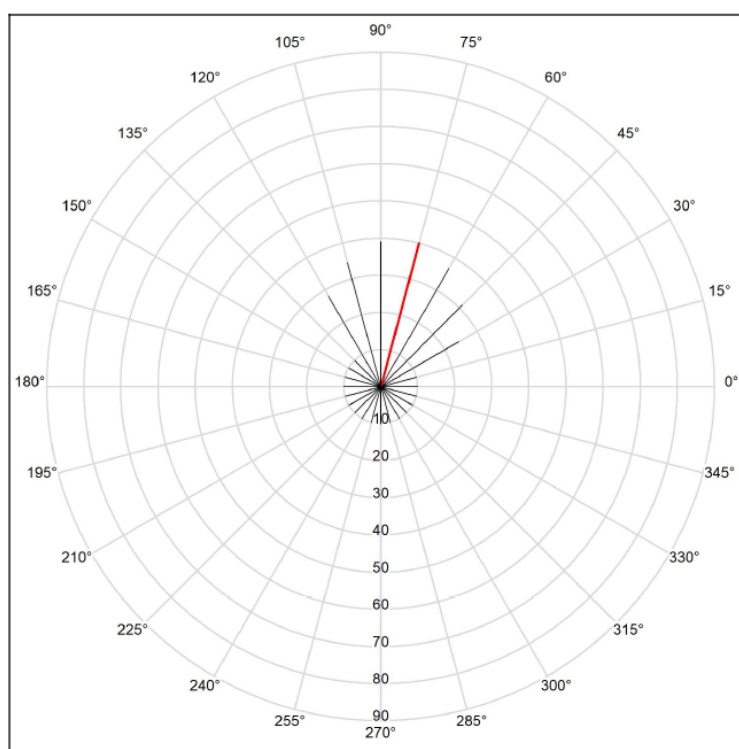
Escala 1 : 533

Lista de puntos de cálculo GR

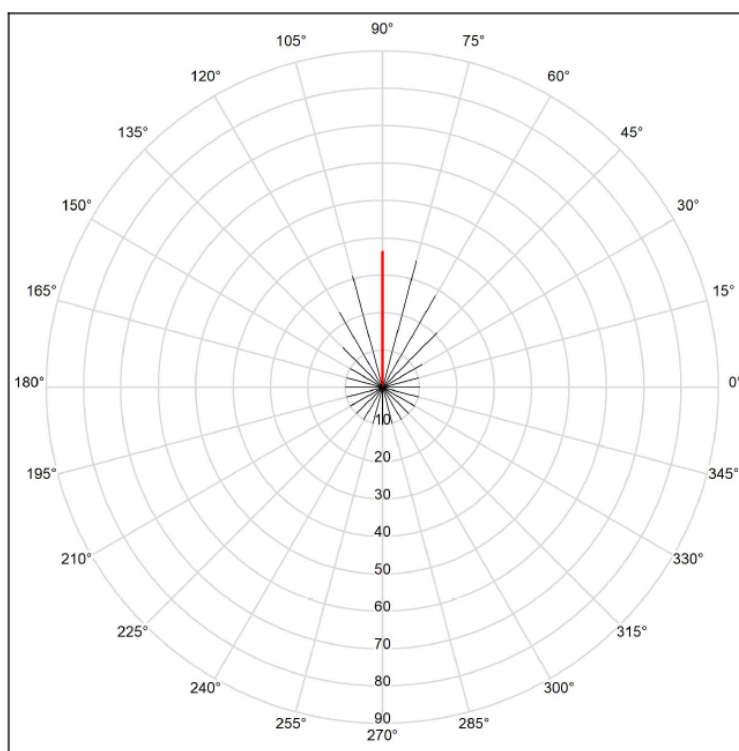
Nº	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]			Inclination	Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso		
1	Observador GR 1	23.120	54.282	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	40 ²⁾
2	Observador GR 2	37.100	55.700	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	36 ²⁾
3	Observador GR 3	49.707	57.100	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	11 ²⁾
4	Observador GR 4	55.900	52.900	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	22 ²⁾
5	Observador GR 5	62.100	48.300	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	23 ²⁾
6	Observador GR 6	56.900	46.290	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	39 ²⁾
7	Observador GR 7	66.600	42.900	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	42 ²⁾
8	Observador GR 8	58.300	39.900	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	36 ²⁾
9	Observador GR 9	64.200	37.200	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	27 ²⁾
10	Observador GR 10	51.500	32.400	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	39 ²⁾
11	Observador GR 11	51.100	26.900	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	35 ²⁾
12	Observador GR 12	45.200	29.800	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	36 ²⁾
13	Observador GR 13	40.900	20.800	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	47 ²⁾
14	Observador GR 14	35.000	26.200	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	28 ²⁾
15	Observador GR 15	32.500	16.500	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	32 ²⁾
16	Observador GR 16	27.700	23.400	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	30 ²⁾
17	Observador GR 17	27.600	10.000	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	50 ²⁾
18	Observador GR 18	22.870	16.597	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	31 ²⁾
19	Observador GR 19	15.500	21.000	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	50 ²⁾
20	Observador GR 20	20.500	6.400	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	25 ²⁾
21	Observador GR 21	13.744	14.326	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	25 ²⁾
22	Observador GR 22	9.500	24.800	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	41 ²⁾
23	Observador GR 23	20.000	31.300	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	46 ²⁾
24	Observador GR 24	31.300	32.400	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	47 ²⁾
25	Observador GR 25	7.500	35.821	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	43 ²⁾
26	Observador GR 26	9.000	44.400	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	36 ²⁾
27	Observador GR 27	4.200	43.900	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	37 ²⁾
28	Observador GR 28	8.900	52.700	1.600	0.0	360.0	15.0	0.0	34 ²⁾

2) La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

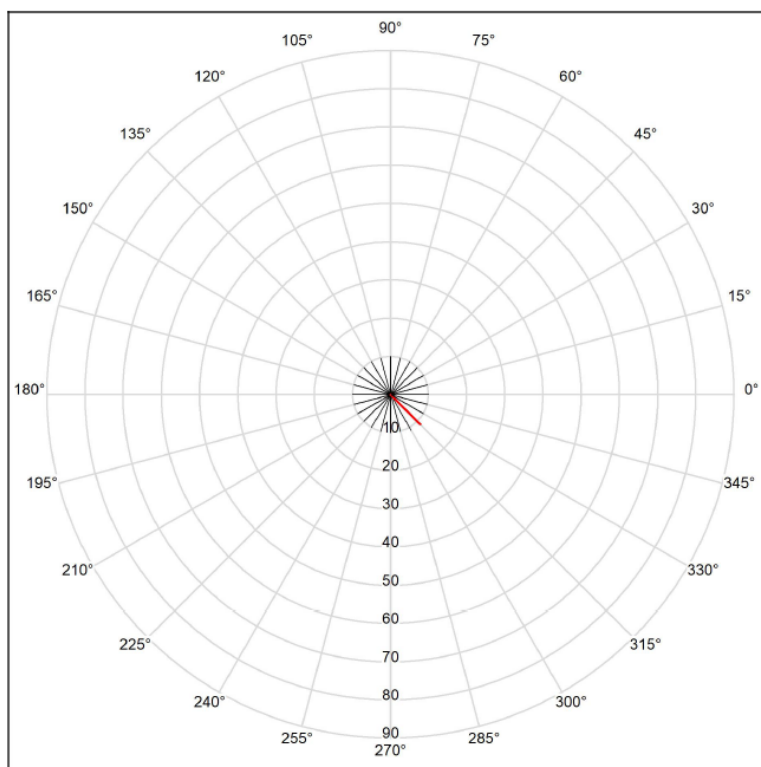
Parcela / Observador GR 1 / Resumen



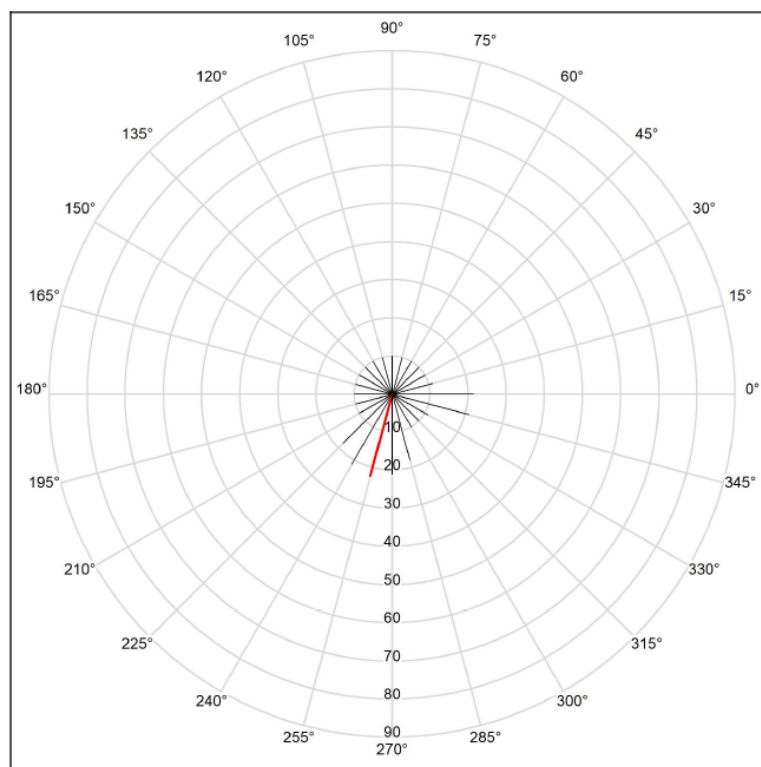
Parcela / Observador GR 2 / Resumen



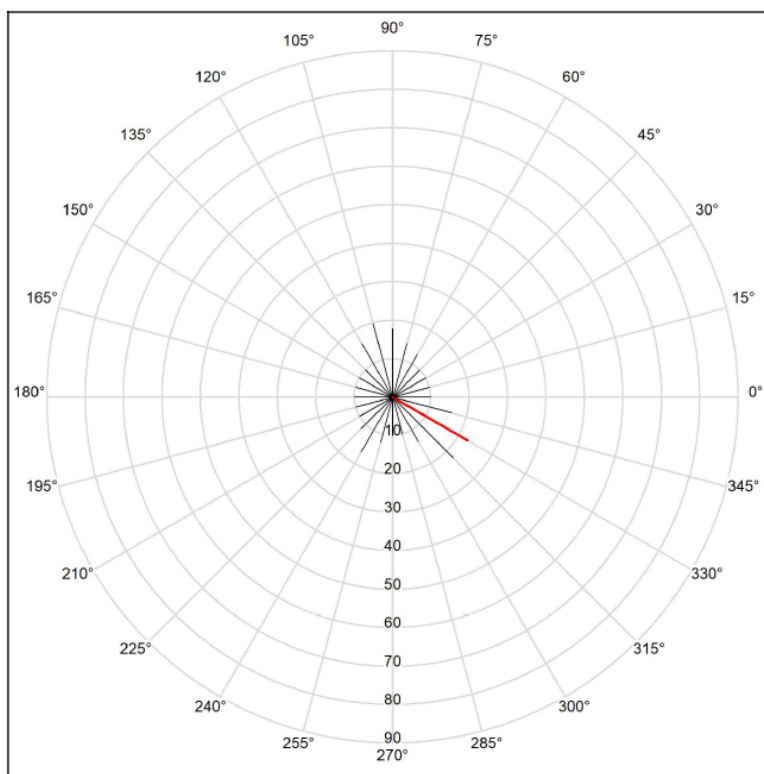
Parcela / Observador GR 3 / Resumen



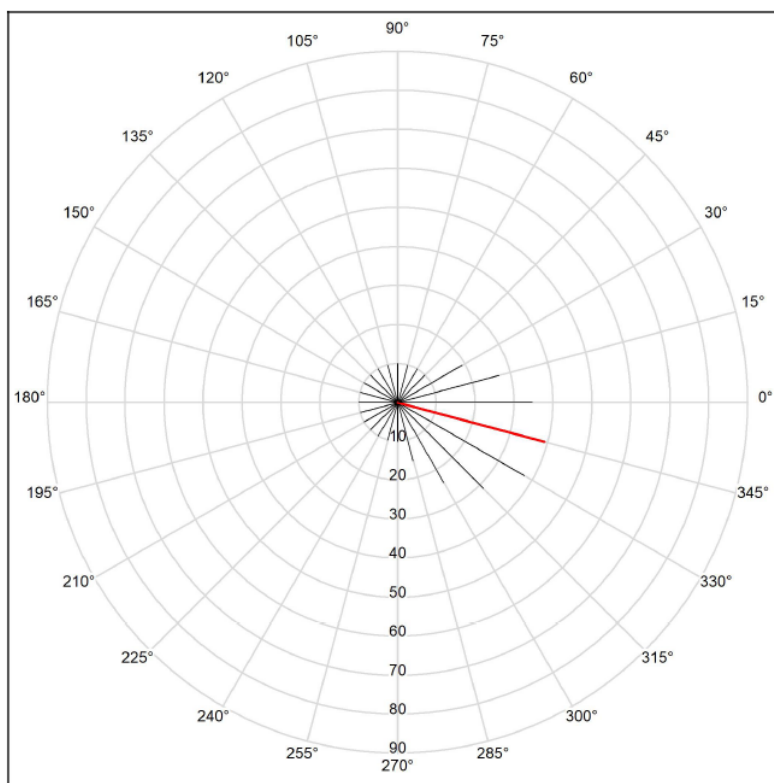
Parcela / Observador GR 4 / Resumen



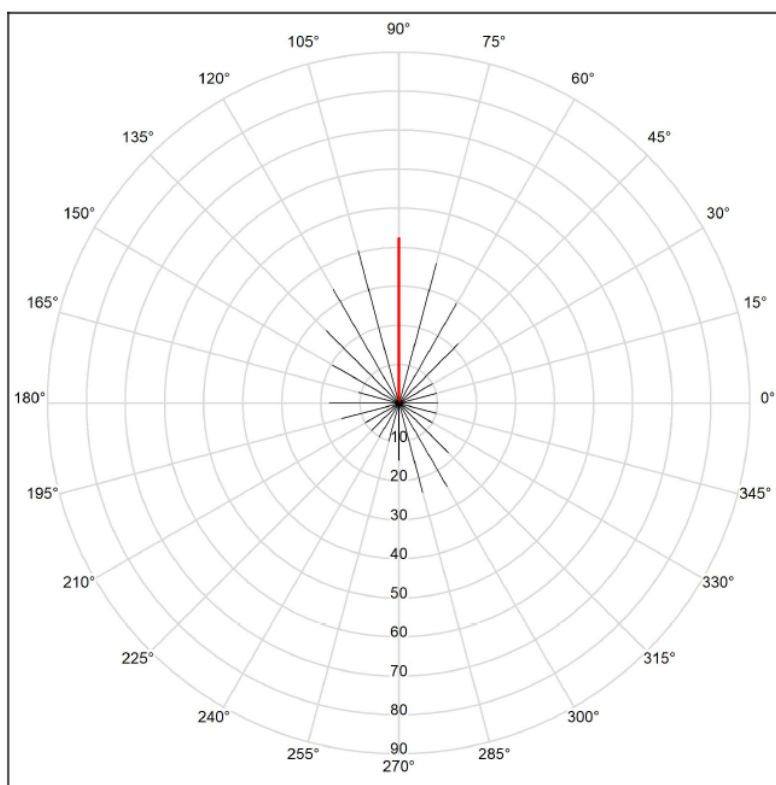
Parcela / Observador GR 5 / Resumen



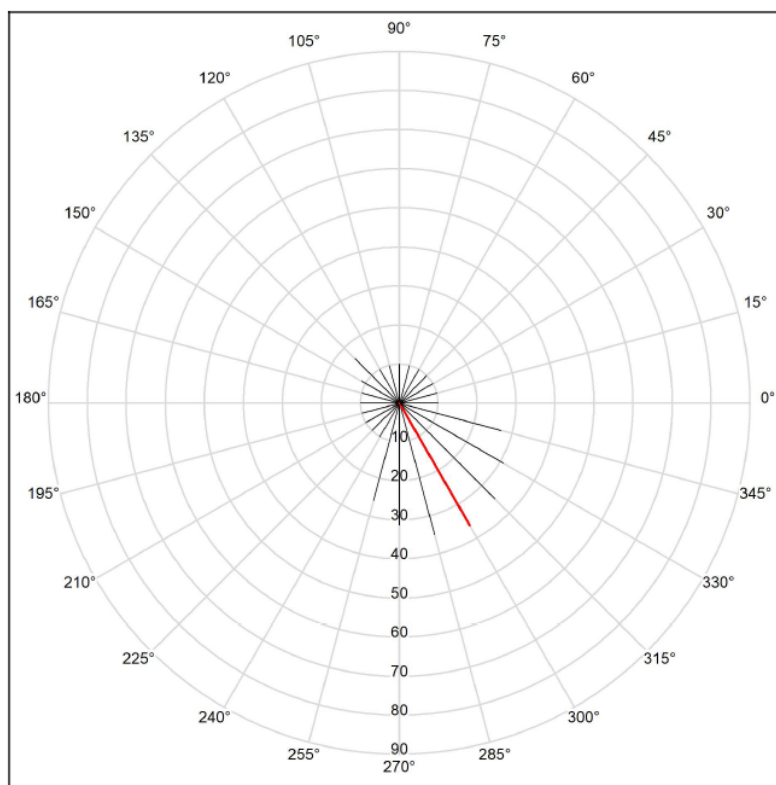
Parcela / Observador GR 6 / Resumen



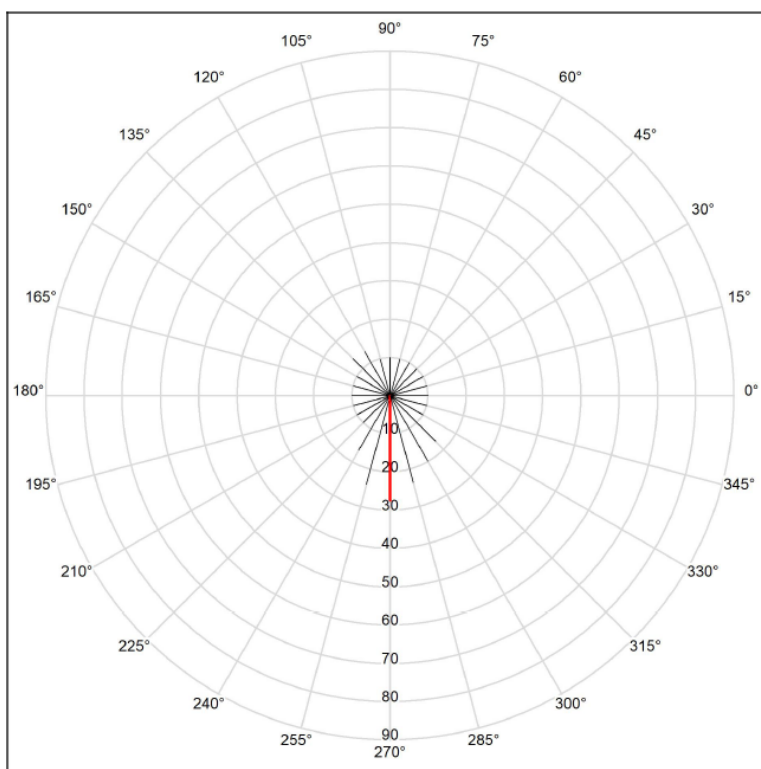
Parcela / Observador GR 7 / Resumen



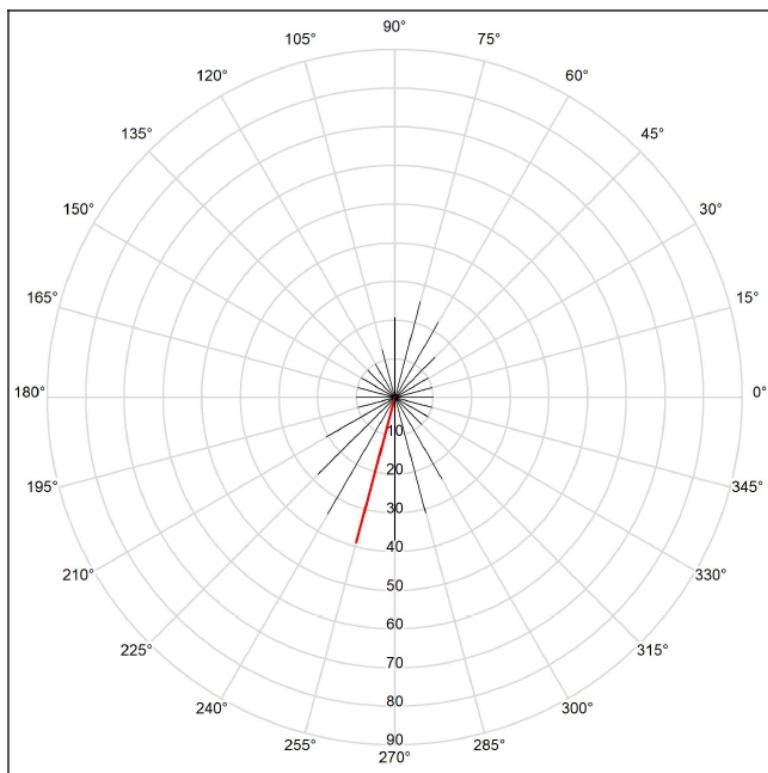
Parcela / Observador GR 8 / Resumen



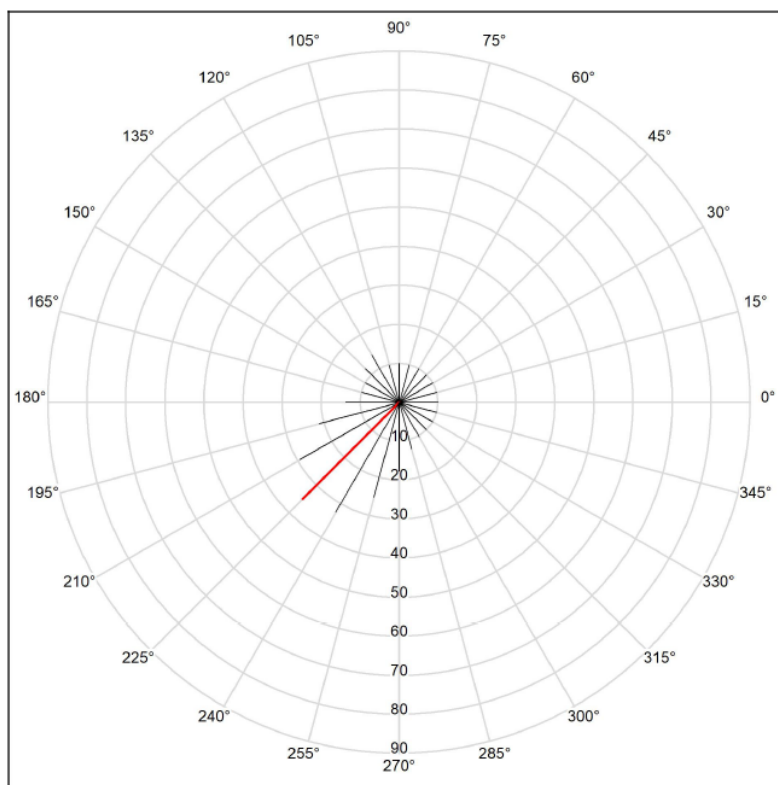
Parcela / Observador GR 9 / Resumen



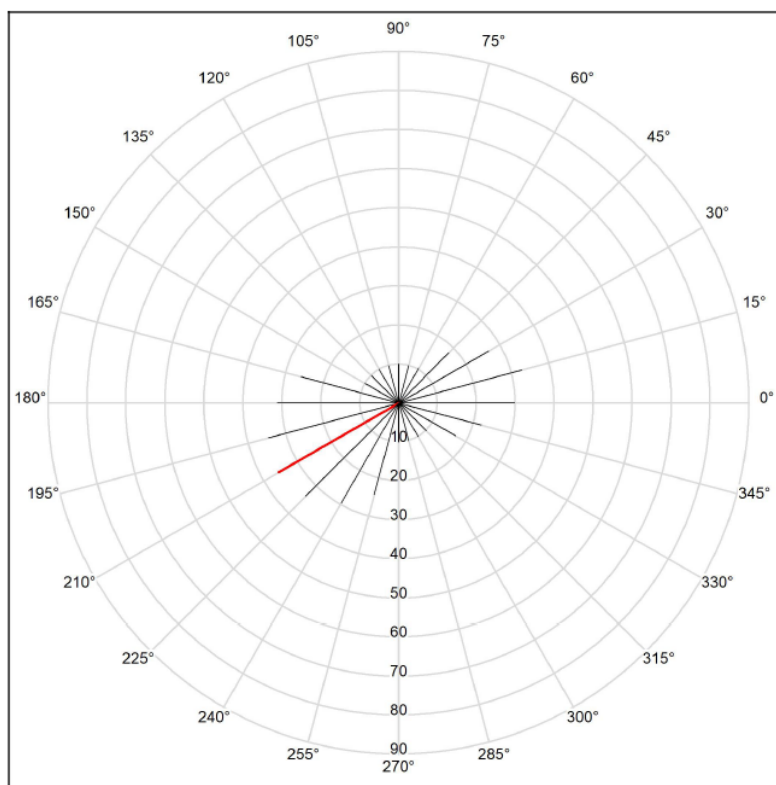
Parcela / Observador GR 10 / Resumen



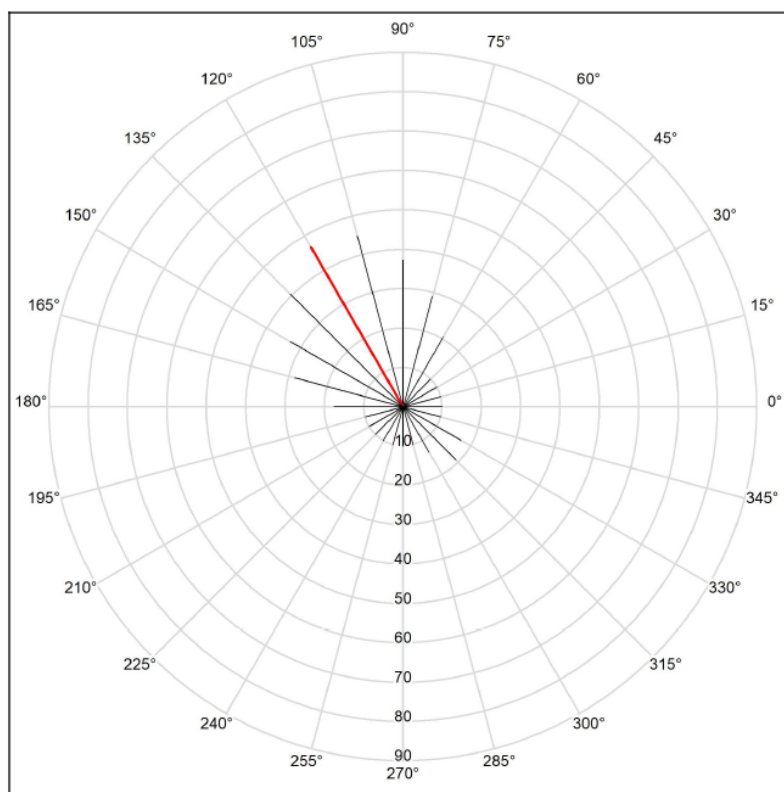
Parcela / Observador GR 11 / Resumen



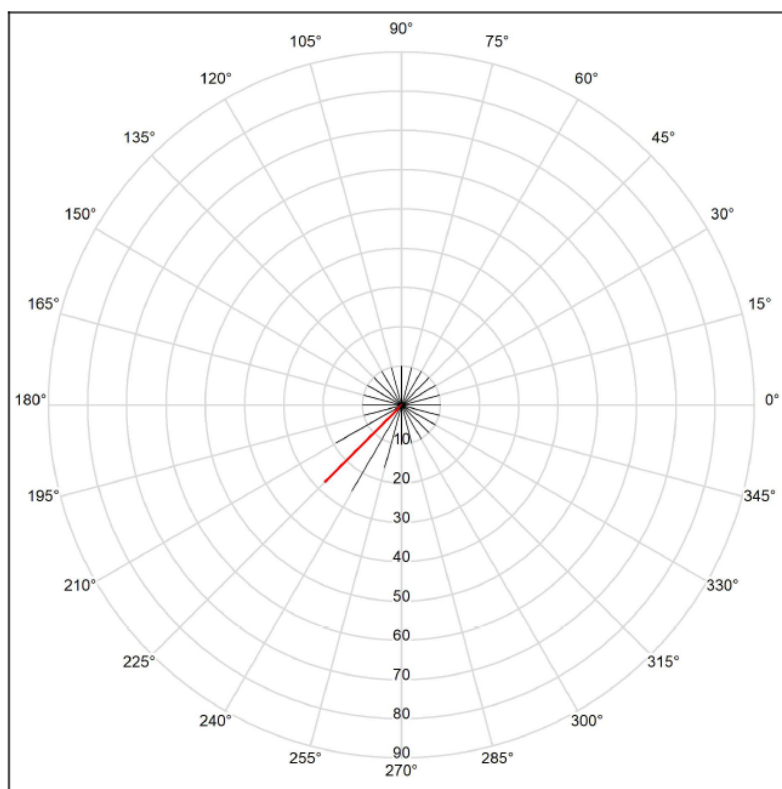
Parcela / Observador GR 12 / Resumen



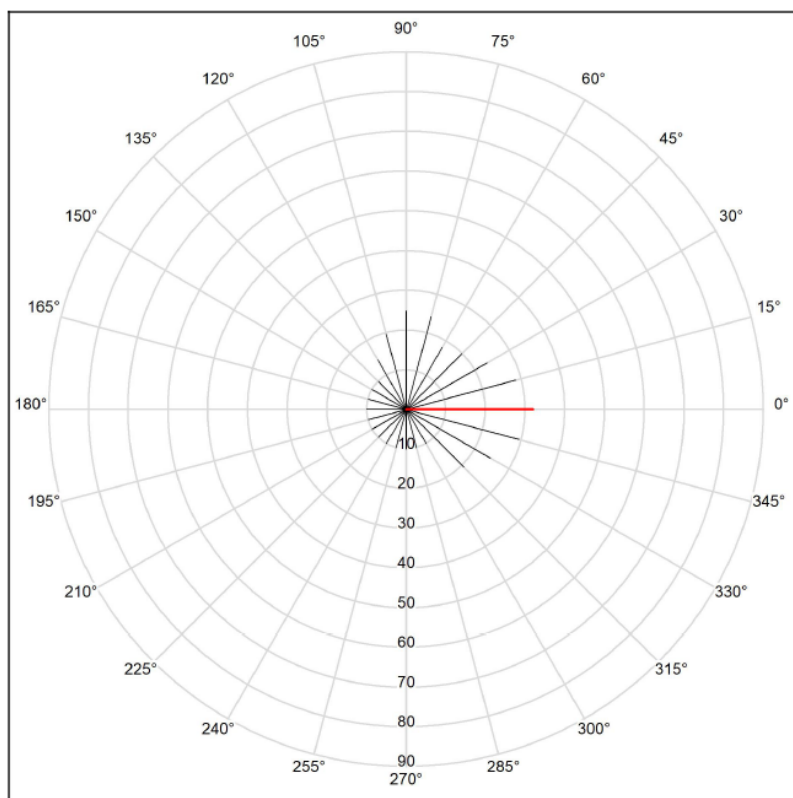
Parcela / Observador GR 13 / Resumen



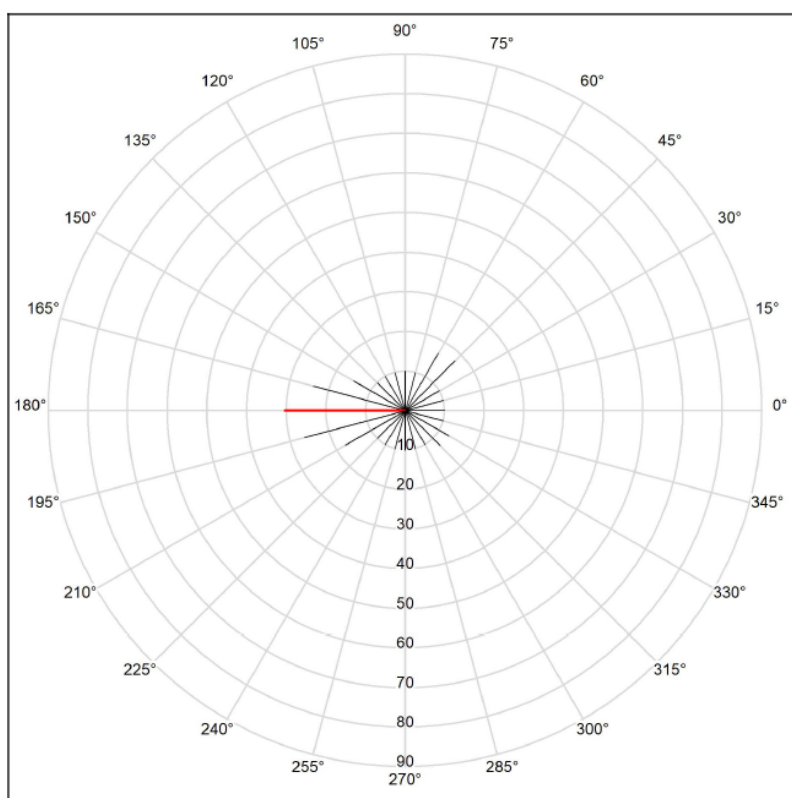
Parcela / Observador GR 14 / Resumen



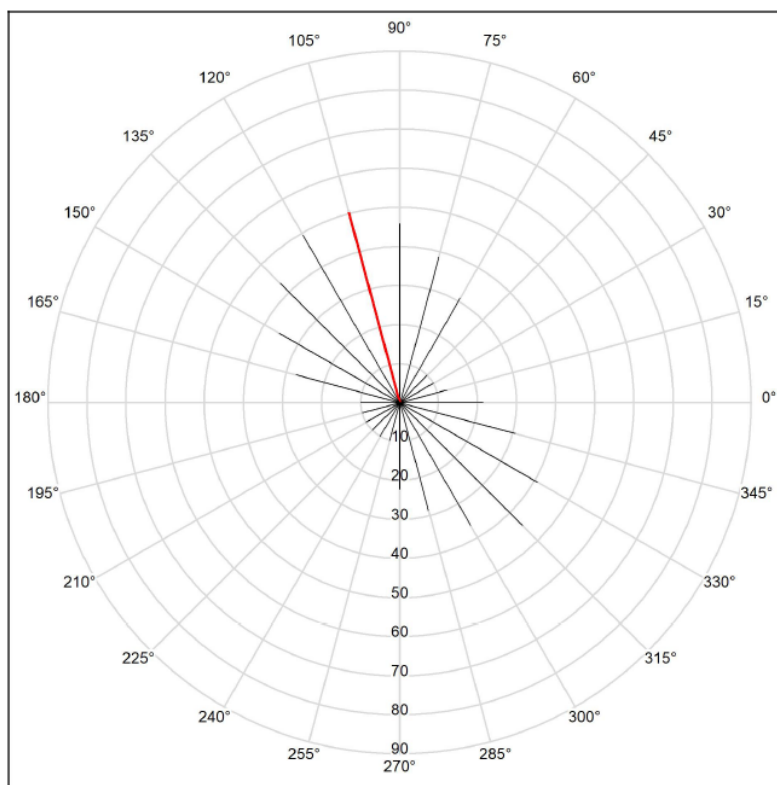
Parcela / Observador GR 15 / Resumen



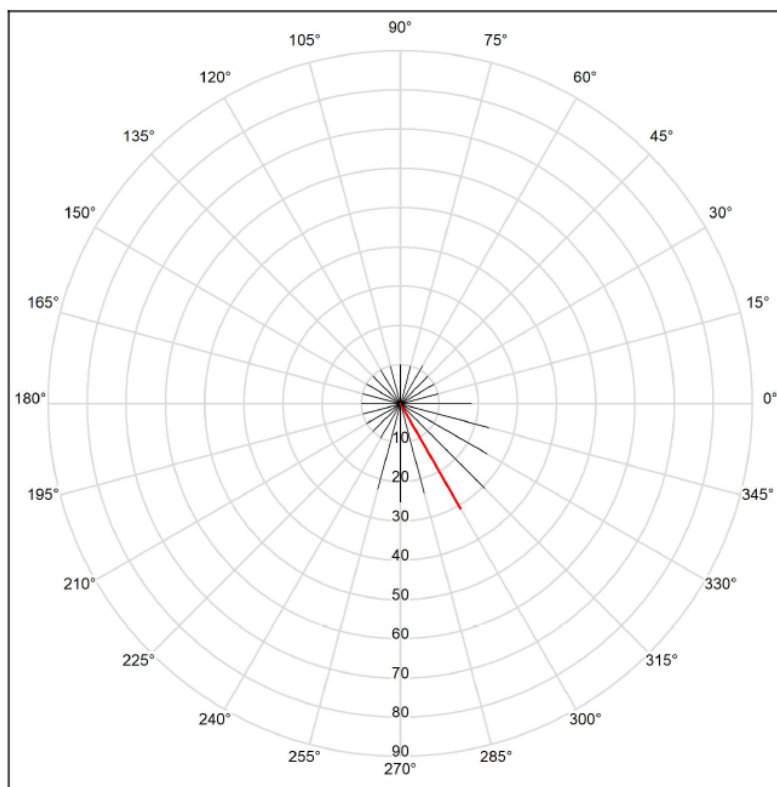
Parcela / Observador GR 16 / Resumen



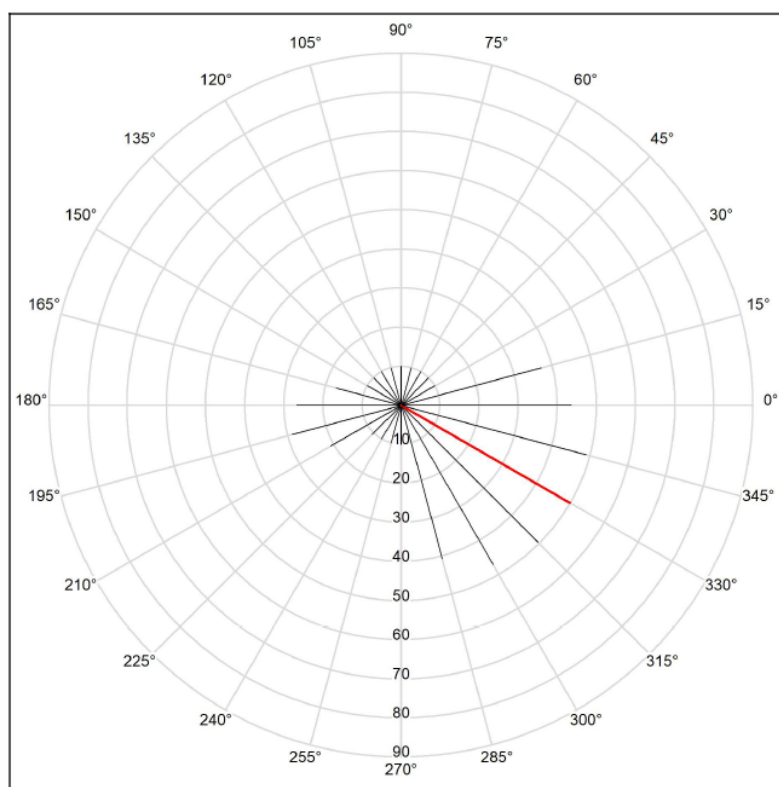
Parcela / Observador GR 17 / Resumen



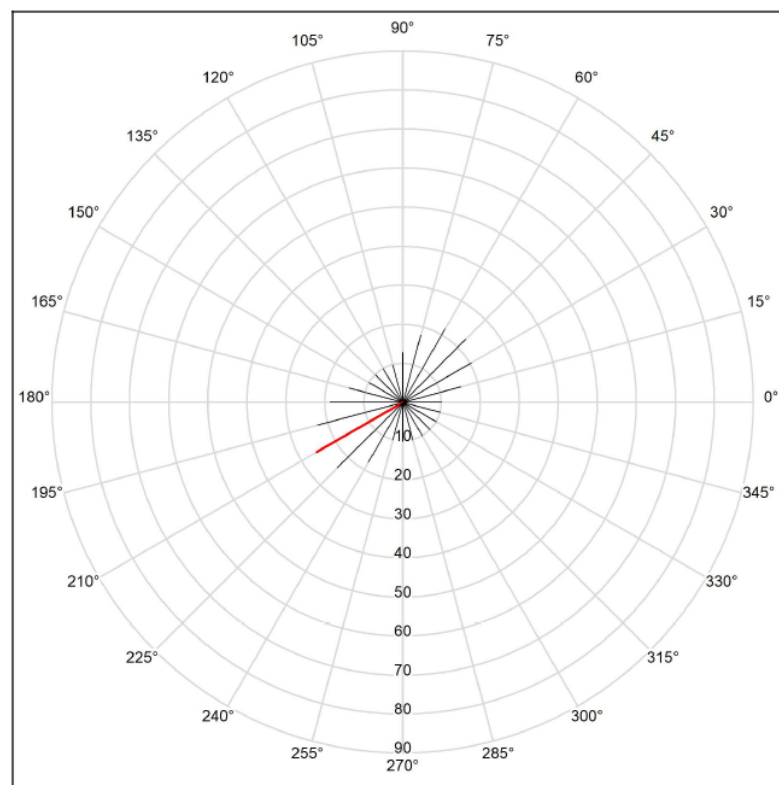
Parcela / Observador GR 18 / Resumen



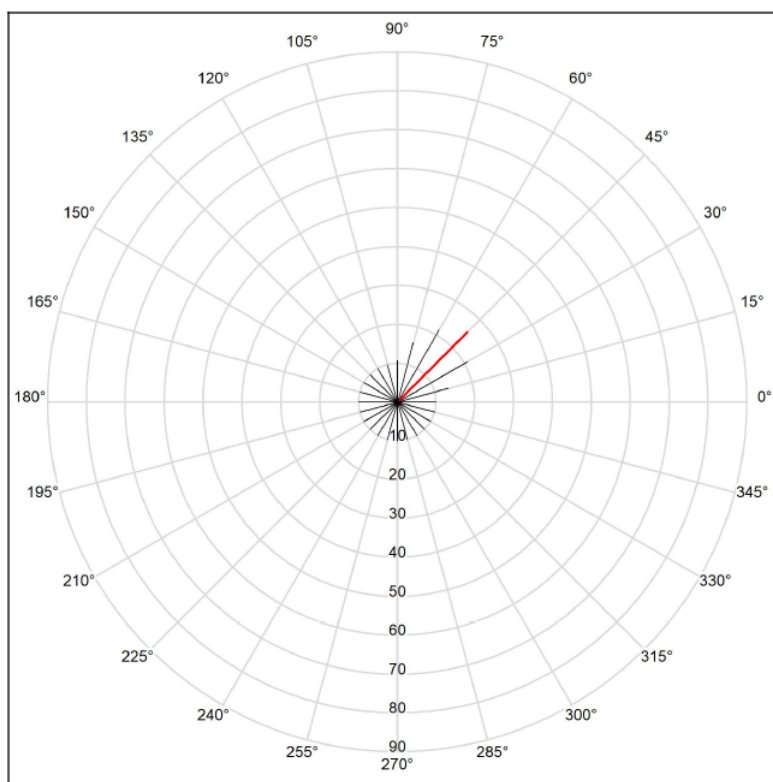
Parcela / Observador GR 19 / Resumen



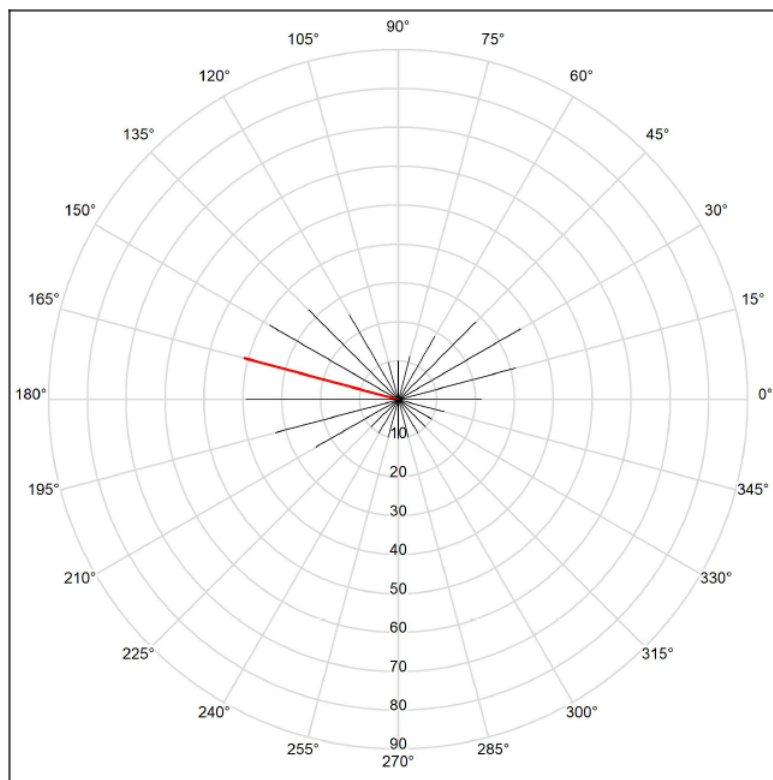
Parcela / Observador GR 20 / Resumen



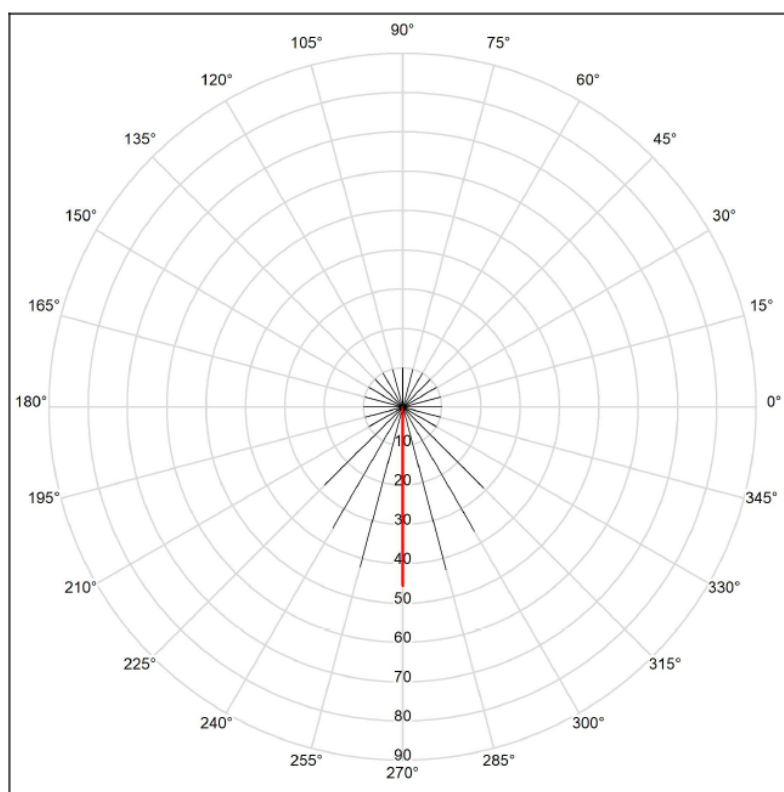
Parcela / Observador GR 21 / Resumen



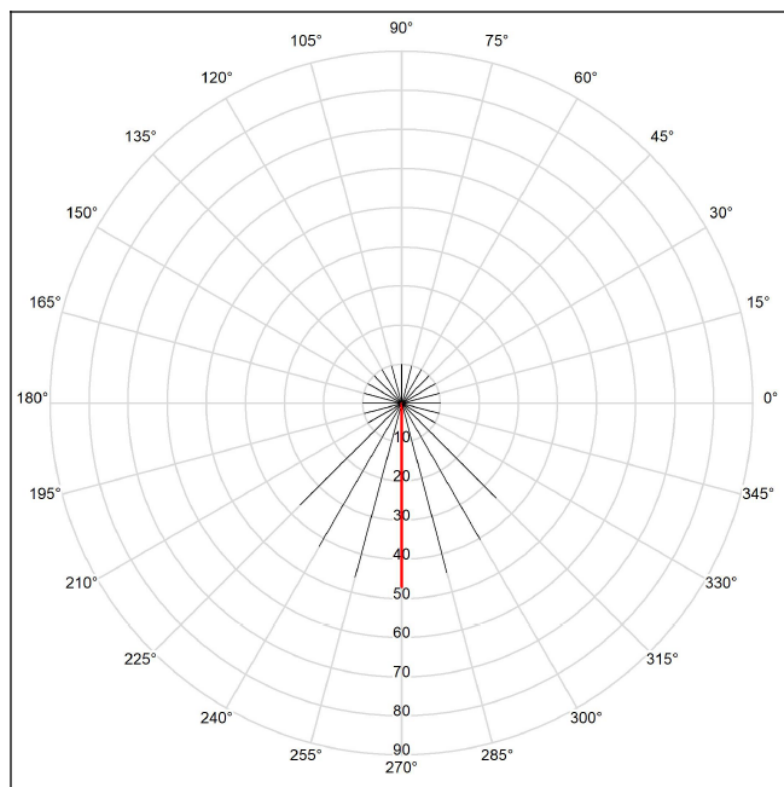
Parcela / Observador GR 22 / Resumen



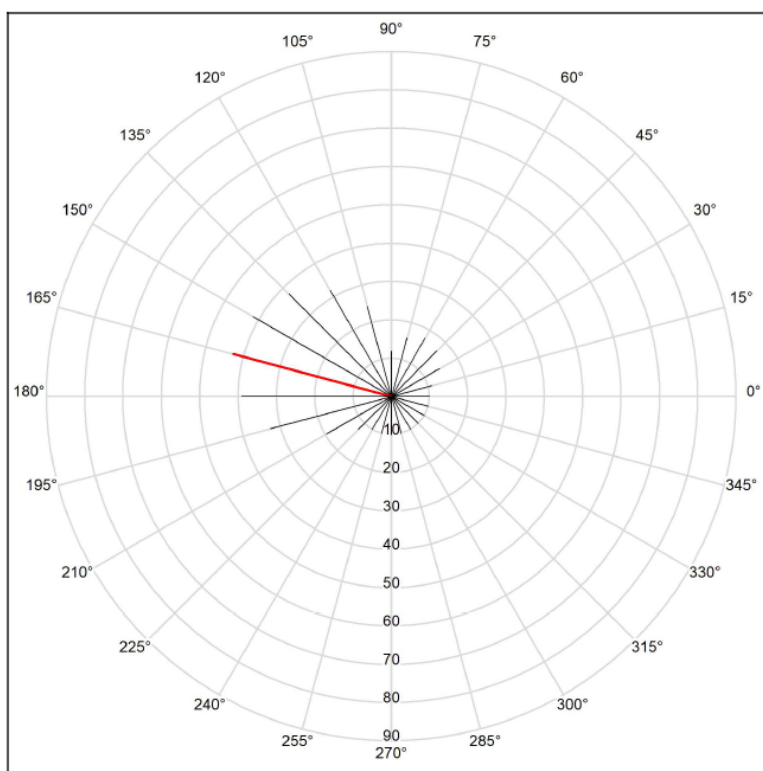
Parcela / Observador GR 23 / Resumen



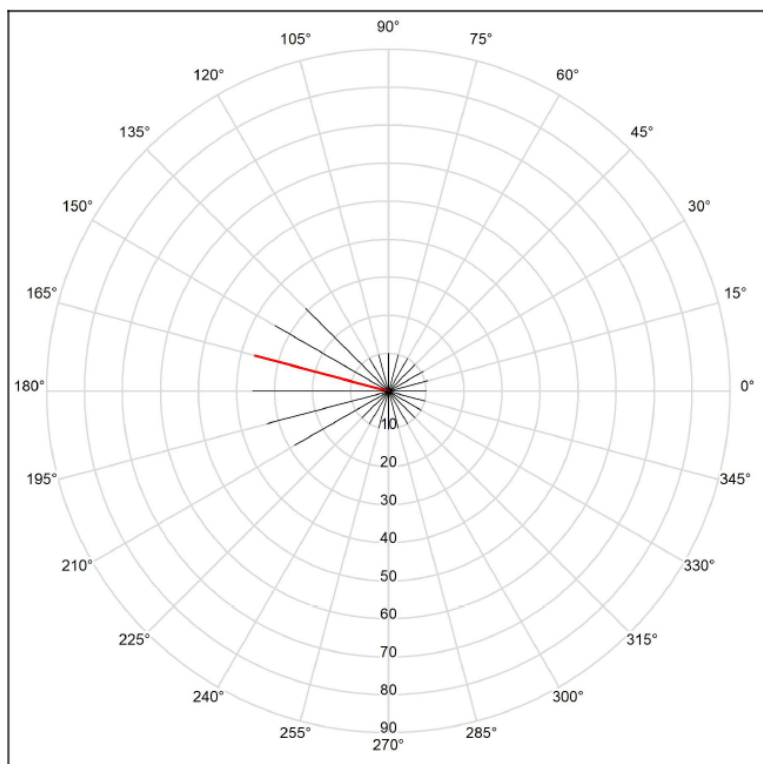
Parcela / Observador GR 24 / Resumen



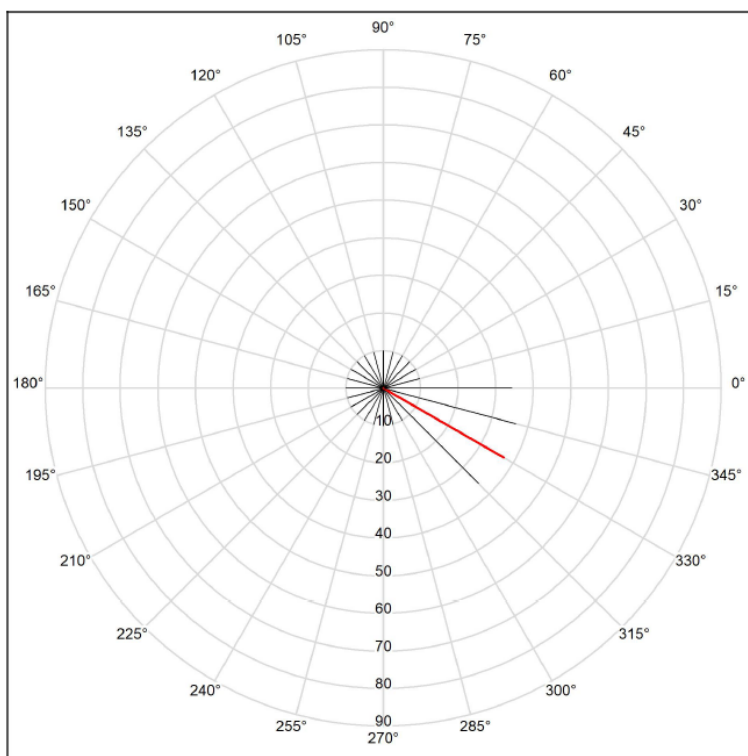
Parcela / Observador GR 25 / Resumen



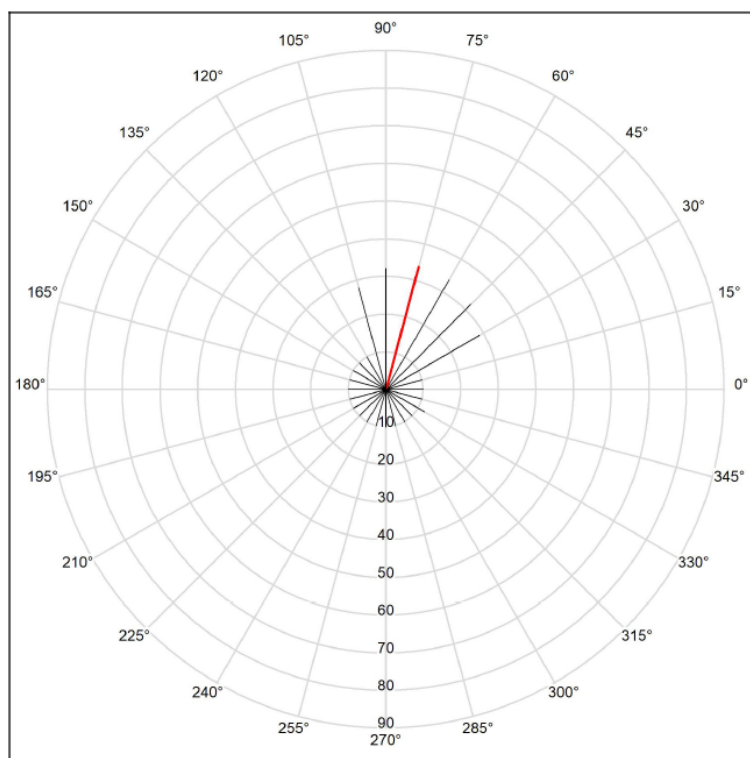
Parcela / Observador GR 26 / Resumen



Parcela / Observador GR 27 / Resumen



Parcela / Observador GR 28 / Resumen



3.2 ANEXO 2: CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA CON EL PROGRAMA EMERLIGHT 4.0

3.2.1 Introducción

El estudio luminotécnico de emergencia de la nave se ha llevado a cabo con la ayuda del programa informático Emerlight versión 4.0 del fabricante Legrand. Este anexo completa la información dada por el documento 2 sobre los cálculos justificativos, añadiendo datos directos aportados por el programa e información relevante que ayude a comprender mejor las medidas adoptadas en cada caso.

Todas las imágenes, vistas de los locales y datos han sido obtenidos del programa una vez hechos los cálculos de los montajes de las luminarias diseñados por el proyectista, por lo que definen directamente todas las instalaciones del alumbrado de emergencia de la nave.


3.2.2 Luminarias de emergencia utilizadas

serie URA34^{LED}
luminarias de emergencia



6612 40


Fabricadas según normas de obligado cumplimiento: UNE-EN 60598-2-22.

Producto certificado por AENOR con marca .

Luminarias no permanentes y permanentes.

Flujo de 120 lúmenes para todas las luminarias en modo permanente.

Leds con vida media en modo permanente 100.000 h.

IP 42, IK 07. Clase II .

Aptas para ser montadas sobre superficies inflamables.

Alimentación: 230 V \pm 10%.

Fuente conmutada de bajo consumo.

Batería Ni-MH de bajo impacto medioambiental.

Tiempo de carga: 24 horas.

Autonomía: 1 y 2 horas.

1 led verde testigo de carga.

Cuando el led se apaga indica:

– Ausencia de tensión.

– Las baterías no cargan.

Para instalación en superficie **añadir a la emergencia el zócalo enchufable**. El zócalo está equipado con 5 bornas de conexión capacidad para 2 cables de 2,5 mm², tanto para alimentación como telemando.

La quinta borna de conexión permite apagar y encender la parte permanente.

Para instalación empotrada en techo, **añadir a la emergencia el marco de empotrar**. El marco está equipado con 5 bornas de conexión de gran capacidad para 2 cables de 2,5 mm², tanto para alimentación como telemando.

La quinta borna de conexión permite apagar y encender la parte permanente.

Para instalación empotrada en pared, **añadir a la emergencia el marco y la caja de empotrar**.

Utilizar telemando (ref. 0039 00) para:

– Puesta en reposo.

– Test de prueba de funcionamiento con tensión de red.

Difusor opal.

Material de la envolvente autoextinguible.

Productos completamente reciclables al final de su vida útil.

Instalación en superficie o empotrada.

Emb. Ref. **Emergencias URA34^{LED} LVS2**

		Cada luminaria detecta y comunica su estado mediante los leds (verde y amarillo) de señalización. Para funcionamiento en modos centralizado y autotest. El modo centralizado se activa dando un código a cada luminaria (por medio del configurador móvil infrarrojo) y cableando la emergencia a la línea de bus.			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
		Permanentes/No permanentes			
1	6622 41	100	1 h	LED	Ni-MH
1	6622 42	150	1 h	LED	Ni-MH
1	6622 43	200	1 h	LED	Ni-MH
1	6622 44	350	1 h	LED	Ni-MH
1	6622 45	450	1 h	LED	Ni-MH
1	6622 53	200	2 h	LED	Ni-MH

Emb. Ref. **Emergencias URA34^{LED}**

		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
		Permanentes/No permanentes			
1	6612 40	70	1 h	LED	Ni-MH
1	6612 41	100	1 h	LED	Ni-MH
1	6612 42	150	1 h	LED	Ni-MH
1	6612 43	200	1 h	LED	Ni-MH
1	6612 44	350	1 h	LED	Ni-MH
1	6612 45	450	1 h	LED	Ni-MH
1	6612 53	200	2 h	LED	Ni-MH

Emb. Ref. **Accesorios**

1	6612 80	Instalación superficie Zócalo enchufable. Para instalación en superficie añada el zócalo a la luminaria.
1	6612 81	Accesorio para cableado lateral con tubos de entrada Ø 20 mm.
1	6612 95	Instalación empotrada Marco estrecho de empotrar con bornas de conexión. Para instalación en falso techo.
1	6612 92	Marco ancho de empotrar con bornas de conexión. Para instalación: - En falso techo o tabique prefabricado. - En pared de ladrillo u hormigón junto a la caja de empotrar (ref. 6612 93). - Con placa pictograma.
1	6612 93	Caja de empotrar pared. Se utiliza como complemento del marco ancho de empotrar (ref. 6612 92) en instalaciones de ladrillo u hormigón.
1	6612 94	Placa pictograma Placa pictograma para instalación empotrada junto al marco ancho de empotrar (ref. 6612 92).

3.2.3 Resultados obtenidos del estudio del alumbrado de emergencia

3.2.3.1 Aseo de hombres planta 1

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Med. [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	2.39x2.32	Plano	RGB=205,153,95	40%	4.3	0.54
Pared 4	3.00x2.38	-180°	RGB=255,249,128	65%	2.7	0.56
Pared 3	3.00x2.32	90°	RGB=255,249,128	65%	3.0	0.62
Pared 2	3.00x2.38	-0°	RGB=255,249,128	65%	20.6	4.26
Pared 1	3.00x2.31	-90°	RGB=255,249,128	65%	6.4	1.33
Techo	2.39x2.32	Plano	RGB=255,255,255	80%	2.4	0.60

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

2.39x2.32x3.00

Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.48 - Y 0.46 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	2.4 lux	6.0 lux	0.57	0.40	0.71
					1:1.76	1:2.48	1:1.41
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	2.4 lux	6.0 lux	0.57	0.40	0.71
					1:1.76	1:2.48	1:1.41

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	1	LMP-A	1

Información Lámparas

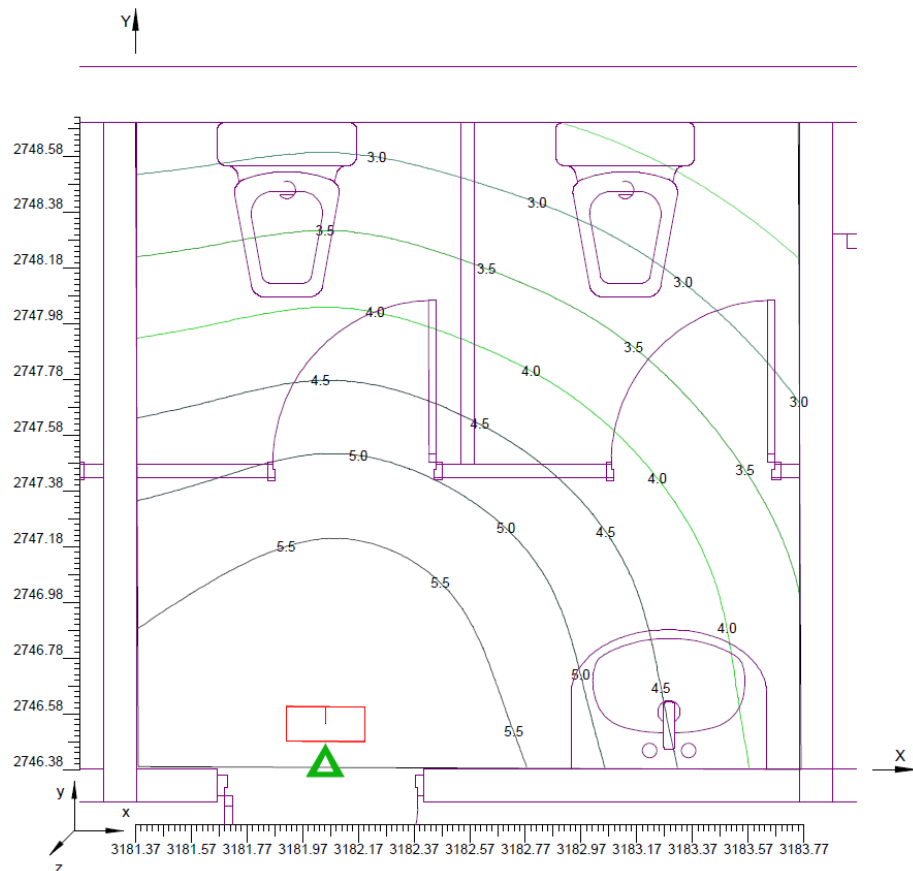
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3182.05;2746.54;2.92	0.0;0.0;89.8	661243	1.00	LED 661243	1*200

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3182.05;2746.54;2.92	0.0;0.0;89.8	3182.05;2746.54;0.00	90	1.00	A



3.2.3.2 Aseo de mujeres planta 1

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	2.39x2.32	Plano	RGB=205,153,95	40%	4.3	0.54
Pared 4	3.00x2.38	-180°	RGB=255,249,128	65%	2.7	0.56
Pared 3	3.00x2.32	90°	RGB=255,249,128	65%	3.0	0.62
Pared 2	3.00x2.38	-0°	RGB=255,249,128	65%	20.6	4.26
Pared 1	3.00x2.31	-90°	RGB=255,249,128	65%	6.4	1.33
Techo	2.39x2.32	Plano	RGB=255,255,255	80%	2.4	0.60

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 2.39x2.32x3.00
 Réticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.48 - Y 0.46 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	2.4 lux	6.0 lux	0.57 1:1.76	0.40 1:2.48	0.71 1:1.41
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	2.4 lux	6.0 lux	0.57 1:1.76	0.40 1:2.48	0.71 1:1.41

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	1	LMP-A	1

Información Lámparas

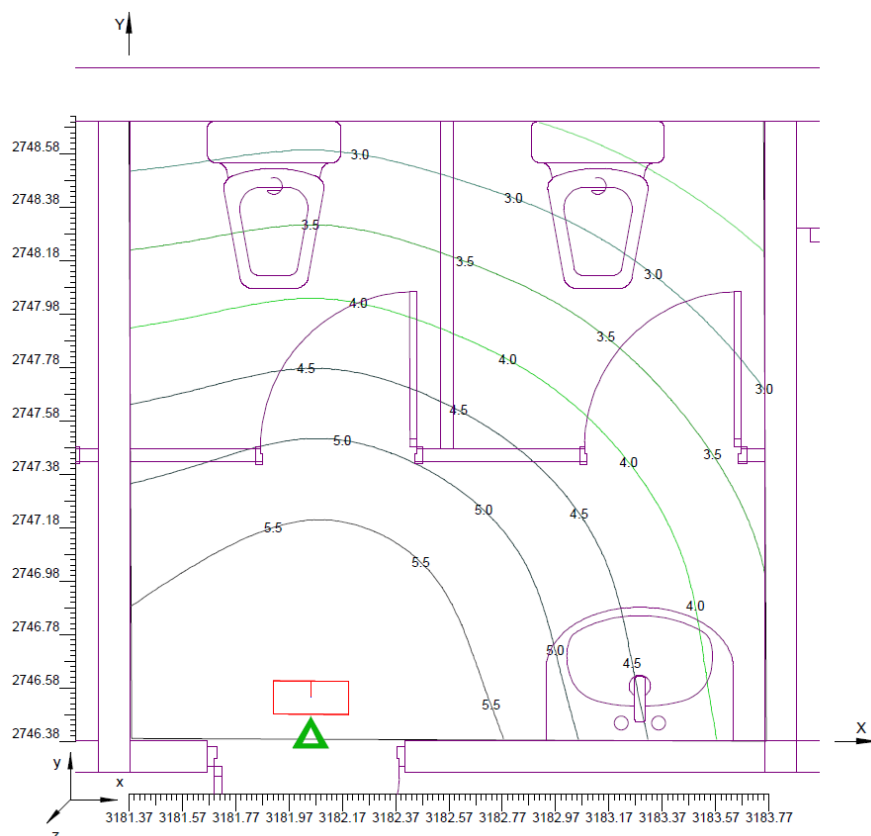
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3182.05;2746.54;2.92	0.0;0.0;89.8	661243	1.00	LED 661243	1*200

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3182.05;2746.54;2.92	0.0;0.0;89.8	3182.05;2746.54;0.00	90	1.00	A



3.2.3.3 Archivo

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Ilum.Media [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	6.14x2.31	Plano	RGB=205,153,95	40%	4.7	0.59
Pared 4	3.00x6.13	-180°	RGB=255,249,128	65%	2.9	0.59
Pared 3	3.00x2.31	90°	RGB=255,249,128	65%	2.7	0.56
Pared 2	3.00x6.14	0°	RGB=255,249,128	65%	9.2	1.91
Pared 1	3.00x2.31	-90°	RGB=255,249,128	65%	2.8	0.58
Techo	6.14x2.31	Plano	RGB=255,255,255	80%	0.9	0.24

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

6.14x2.31x3.00

Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.51 - Y 0.46 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Minimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	4.7 lux	2.2 lux	7.3 lux	0.47	0.30	0.64
					1:2.12	1:3.30	1:1.56
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	4.7 lux	2.2 lux	7.3 lux	0.47	0.30	0.64
					1:2.12	1:3.30	1:1.56

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	1	LMP-A	1
B	URA34LED	URA34LED / 100 lum 1h (URA34LED / 100 lum)	661241 (661241)	1	LMP-B	1

Información Lámparas

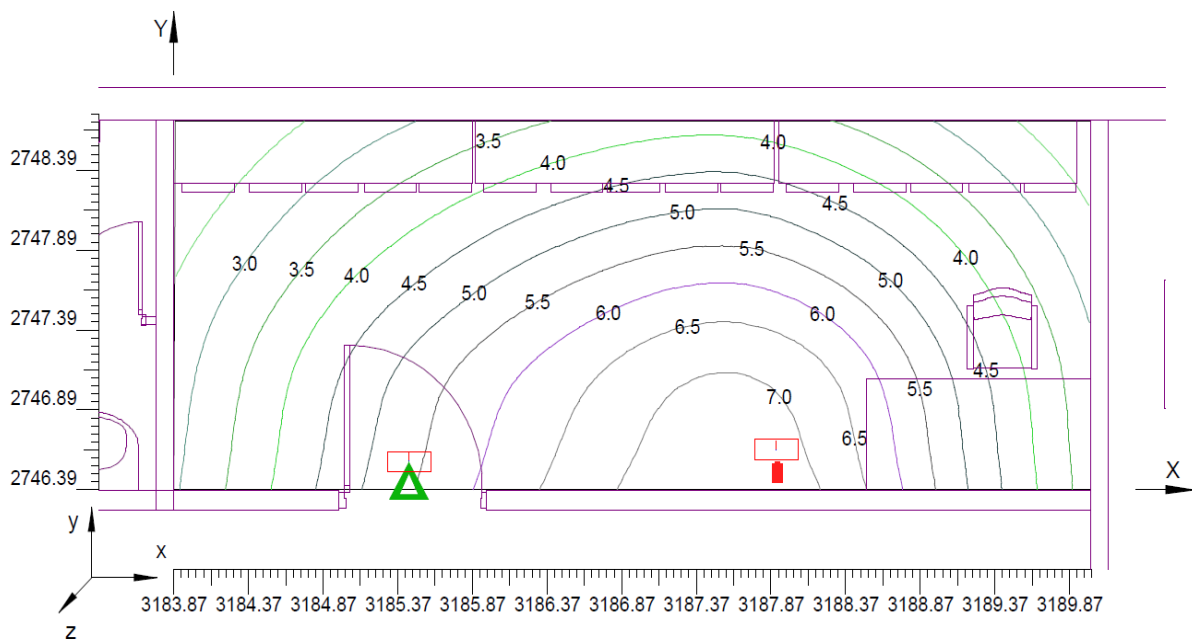
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	1
LMP-B	FDH	LED 661241	100	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3187.91;2746.64;2.92	0.0;0.0;90.0	661243	1.00	LED 661243	1*200
B	1	X	3185.45;2746.57;2.92	0.0;0.0;90.0	661241	1.00	LED 661241	1*100

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3187.91;2746.64;2.92	0.0;0.0;90.0	3187.91;2746.64;0.00	90	1.00	A
			S2	X	3185.45;2746.57;2.92	0.0;0.0;90.0	3185.45;2746.57;0.00	90	1.00	B



3.2.3.4 Hall planta 1

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	3.81x11.13	Plano	RGB=205,153,95	40%	4.3	0.55
Pared 4	3.00x11.13	-180°	RGB=255,249,128	65%	2.0	0.41
Pared 3	3.00x3.79	90°	RGB=255,249,128	65%	0.9	0.18
Pared 2	3.00x11.13	0°	RGB=255,249,128	65%	6.8	1.41
Pared 1	3.00x3.81	-90°	RGB=255,249,128	65%	10.0	2.06
Techo	11.13x3.81	Plano	RGB=255,255,255	80%	0.6	0.16

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

11.13x3.81x3.00

Retícula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.51 - Y 0.48 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	0.8 lux	10.6 lux	0.18	0.07	0.41
					1:5.68	1:13.86	1:2.44
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	0.8 lux	10.6 lux	0.18	0.07	0.41
					1:5.68	1:13.86	1:2.44

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	1	LMP-A	1
B	URA34LED	URA34LED / 350 lum 1h (URA34LED / 350 lum)	661244 (661244)	1	LMP-B	1

Información Lámparas

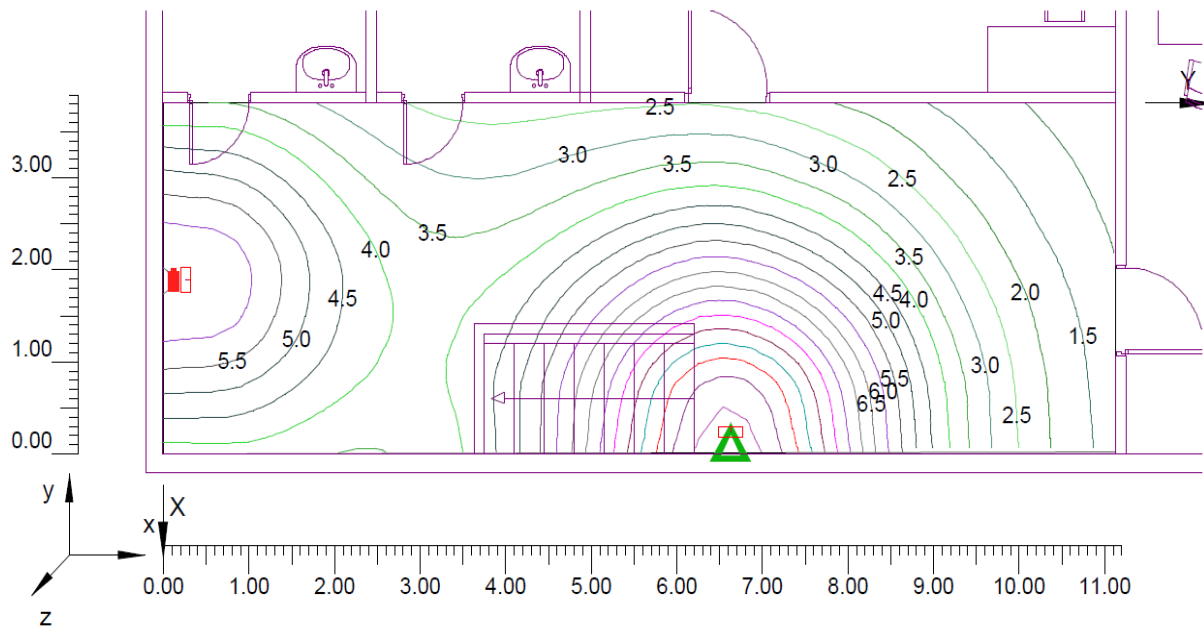
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	1
LMP-B	FDH	LED 661244	350	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3179.14;2744.34;2.92	0.0;0.0;0.0	661243	1.00	LED 661243	1*200
B	1	X	3185.51;2742.69;2.92	0.0;0.0;90.1	661244	1.00	LED 661244	1*350

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3179.14;2744.34;2.92	0.0;0.0;0.0	3179.14;2744.34;0.00	0	1.00	A
			S2	X	3185.51;2742.69;2.92	0.0;0.0;90.1	3185.51;2742.69;0.00	90	1.00	B



3.2.3.5 Oficinas

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Ilum.Media [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	6.25x8.54	Plano	RGB=205,153,95	40%	3.6	0.46
Pared 5	3.00x8.52	-180°	RGB=255,249,128	65%	1.4	0.29
Pared 4	3.00x6.24	90°	RGB=255,249,128	65%	6.1	1.25
Pared 3	3.00x8.54	0°	RGB=255,249,128	65%	2.0	0.41
Pared 2	3.00x6.25	-90°	RGB=255,249,128	65%	12.6	2.62
Pared 1	3.00x0.01	90°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.00
Techo	8.54x6.25	Plano	RGB=255,255,255	80%	1.0	0.24

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

8.54x6.25x3.00

Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.50 - Y 0.48 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	3.6 lux	1.4 lux	9.4 lux	0.38	0.15	0.39
					1:2.62	1:6.77	1:2.59
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	3.6 lux	1.4 lux	9.4 lux	0.38	0.15	0.39
					1:2.62	1:6.77	1:2.59

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	2	LMP-A	1
B	URA34LED	URA34LED / 150 lum 1h (URA34LED / 150 lum)	661242 (661242)	1	LMP-B	1

Información Lámparas

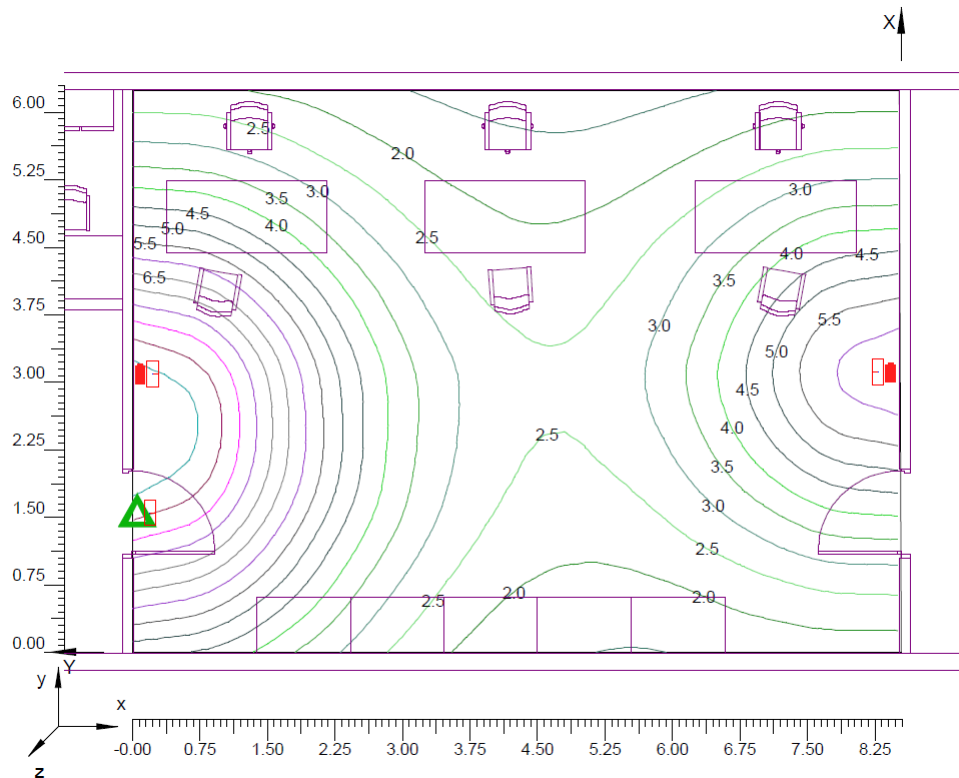
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	2
LMP-B	FDH	LED 661242	150	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3190.35;2745.55;2.92	0.0;0.0;0.0	661243	1.00	LED 661243	1*200
	2	X	3198.41;2745.57;2.92	0.0;0.0;-179.8		1.00		
B	1	X	3190.33;2744.01;2.92	0.0;0.0;0.0	661242	1.00	LED 661242	1*150

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3190.35;2745.55;2.92	0.0;0.0;0.0	3190.35;2745.55;0.00	0	1.00	A
			S2	X	3198.41;2745.57;2.92	0.0;0.0;-179.8	3198.41;2745.57;0.00	-180	1.00	A
			S3	X	3190.33;2744.01;2.92	0.0;0.0;0.0	3190.33;2744.01;0.00	0	1.00	B



3.2.3.6 Sala de reuniones

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	5.63x6.24	Plano	RGB=205,153,95	40%	3.2	0.40
Pared 5	3.00x5.63	-180°	RGB=255,249,128	65%	1.9	0.40
Pared 4	3.00x6.24	90°	RGB=255,249,128	65%	0.6	0.12
Pared 3	3.00x5.62	0°	RGB=255,249,128	65%	1.6	0.33
Pared 2	3.00x6.24	-90°	RGB=255,249,128	65%	11.3	2.35
Pared 1	3.00x0.01	0°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.00
Techo	5.63x6.24	Plano	RGB=255,255,255	80%	0.8	0.19

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 5.63x6.24x3.00
 Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.51 - Y 0.52 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	3.2 lux	0.5 lux	7.7 lux	0.17 1:5.84	0.07 1:14.20	0.41 1:2.43
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	3.2 lux	0.5 lux	7.7 lux	0.17 1:5.84	0.07 1:14.20	0.41 1:2.43

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	1	LMP-A	1
B	URA34LED	URA34LED / 150 lum 1h (URA34LED / 150 lum)	661242 (661242)	1	LMP-B	1

Información Lámparas

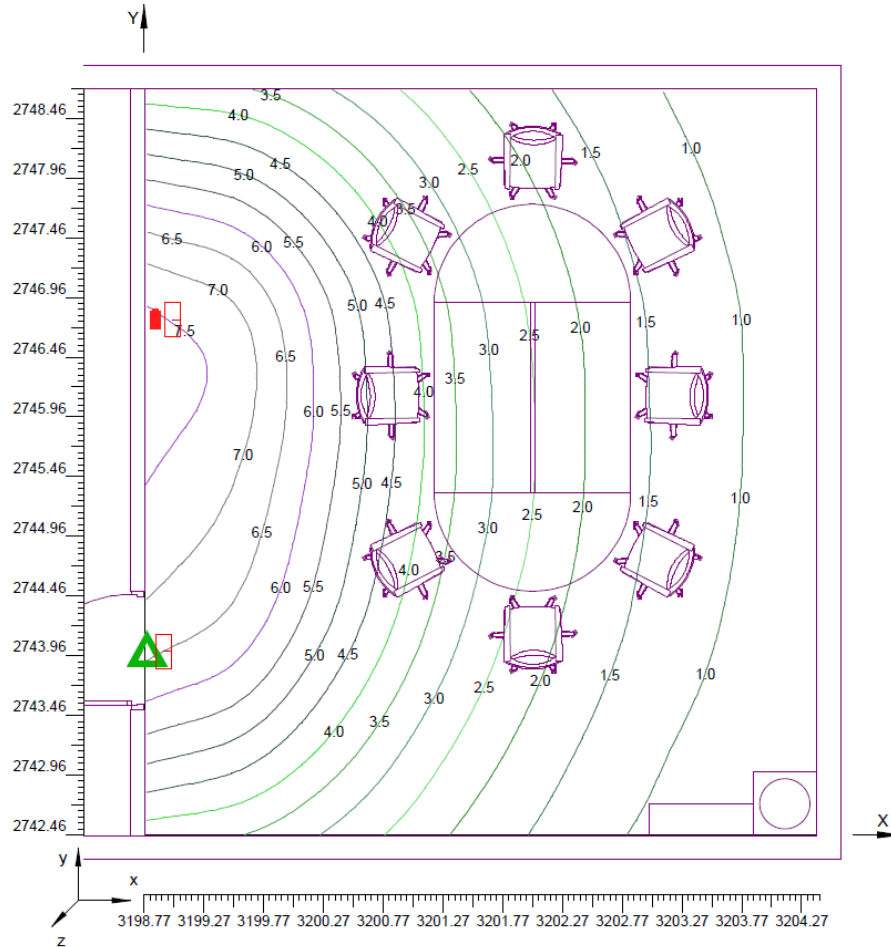
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	1
LMP-B	FDH	LED 661242	150	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3199.01;2746.77;2.92	0.0;0.0;0.0	661243	1.00	LED 661243	1*200
B	1	X	3198.94;2744.00;2.92	0.0;0.0;0.0	661242	1.00	LED 661242	1*150

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3199.01;2746.77;2.92	0.0;0.0;0.0	3199.01;2746.77;0.00	0	1.00	A
			S2	X	3198.94;2744.00;2.92	0.0;0.0;0.0	3198.94;2744.00;0.00	0	1.00	B



3.2.3.7 Taller

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medias [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	42.14x16.51	Plano	RGB=205,153,95	40%	3.7	0.47
Pared 7	6.50x42.14	-180°	RGB=255,249,128	65%	2.1	0.43
Pared 6	6.50x9.85	90°	RGB=255,249,128	65%	1.1	0.23
Pared 5	6.50x16.58	0°	RGB=255,249,128	65%	3.6	0.74
Pared 4	6.50x6.66	90°	RGB=255,249,128	65%	1.6	0.33
Pared 3	6.50x25.52	0°	RGB=255,249,128	65%	5.3	1.09
Pared 2	6.50x16.51	-90°	RGB=255,249,128	65%	6.7	1.38
Pared 1	6.50x0.01	0°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.00
Techo	42.14x16.51	Plano	RGB=255,255,255	80%	0.2	0.04

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

42.14x16.51x6.50

Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.50 - Y 0.50 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	3.7 lux	0.6 lux	10.1 lux	0.16	0.06	0.37
					1:6.37	1:17.45	1:2.74
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	3.7 lux	0.6 lux	10.1 lux	0.16	0.06	0.37
					1:6.37	1:17.45	1:2.74

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 450 lum 1h (URA34LED / 450 lum)	661245 (661245)	7	LMP-A	1
B	URA34LED	URA34LED / 350 lum 1h (URA34LED / 350 lum)	661244 (661244)	4	LMP-B	1
C	URA34LED	URA34LED / 100 lum 1h (URA34LED / 100 lum)	661241 (661241)	2	LMP-C	1

Información Lámparas

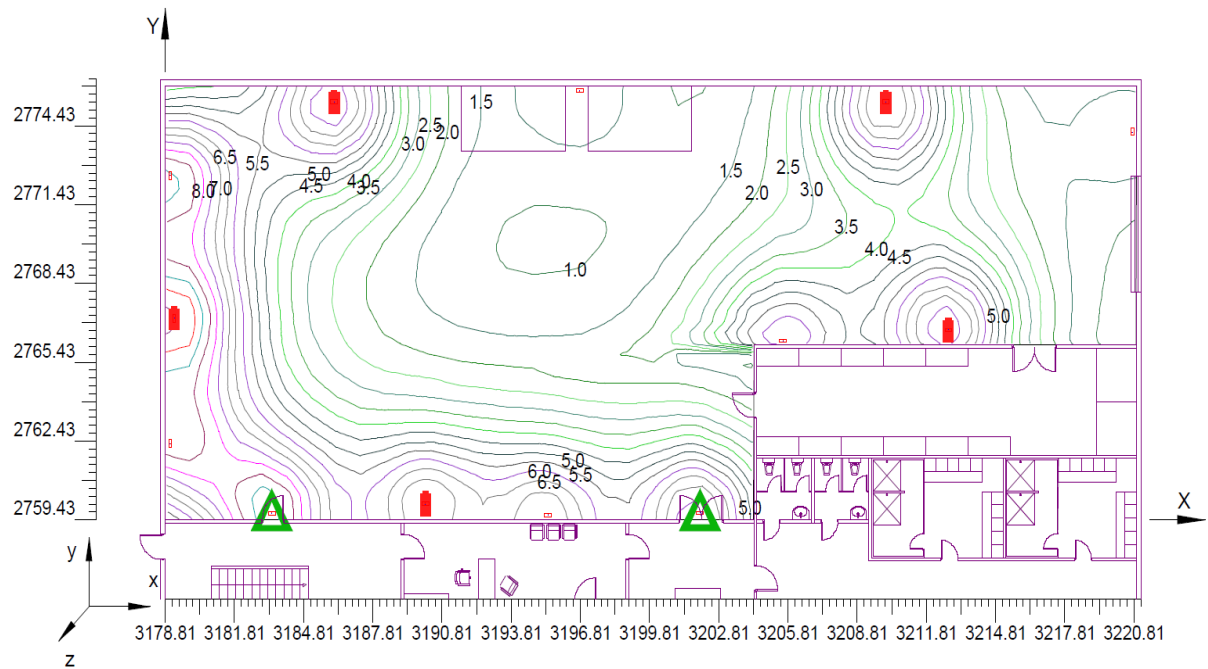
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661245	450	0	0	7
LMP-B	FDH	LED 661244	350	0	0	4
LMP-C	FDH	LED 661241	100	0	0	2

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3202.01;2759.68;4.00	0.0;0.0;90.0	661245	1.00	LED 661245	1*450
	2	X	3183.44;2759.67;4.00	0.0;0.0;90.0		1.00		
	3	X	3210.07;2775.33;4.00	0.0;0.0;-90.0		1.00		
	4	X	3186.15;2775.33;4.00	0.0;0.0;-90.0		1.00		
	5	X	3179.21;2767.09;4.00	0.0;0.0;0.0		1.00		
	6	X	3212.78;2766.65;4.00	0.0;0.0;90.0		1.00		
	7	X	3179.03;2772.53;4.00	0.0;0.0;0.0		1.00		
B	1	X	3190.11;2760.03;4.00	0.0;0.0;90.0	661244	1.00	LED 661244	1*350
	2	X	3205.61;2766.22;4.00	0.0;0.0;90.0		1.00		
	3	X	3179.03;2762.33;4.00	0.0;0.0;0.0		1.00		
	4	X	3195.41;2759.59;4.00	0.0;0.0;90.0		1.00		
C	1	X	3220.77;2774.19;4.00	0.0;0.0;180.0	661241	1.00	LED 661241	1*100
	2	X	3196.79;2775.77;4.00	0.0;0.0;-90.0		1.00		

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3202.01;2759.68;4.00	0.0;0.0;90.0	3202.01;2759.68;0.00	90	1.00	A
			S2	X	3183.44;2759.67;4.00	0.0;0.0;90.0	3183.44;2759.67;0.00	90	1.00	A
			S3	X	3210.07;2775.33;4.00	0.0;0.0;-90.0	3210.07;2775.33;0.00	-90	1.00	A
			S4	X	3186.15;2775.33;4.00	0.0;0.0;-90.0	3186.15;2775.33;0.00	-90	1.00	A
			S5	X	3179.21;2767.09;4.00	0.0;0.0;0.0	3179.21;2767.09;0.00	0	1.00	A
			S6	X	3212.78;2766.65;4.00	0.0;0.0;90.0	3212.78;2766.65;0.00	90	1.00	A
			S7	X	3190.11;2760.03;4.00	0.0;0.0;90.0	3190.11;2760.03;0.00	90	1.00	B
			S8	X	3220.77;2774.19;4.00	0.0;0.0;180.0	3220.77;2774.19;0.00	180	1.00	C
			S9	X	3179.03;2772.53;4.00	0.0;0.0;0.0	3179.03;2772.53;0.00	0	1.00	A
			S10	X	3205.61;2766.22;4.00	0.0;0.0;90.0	3205.61;2766.22;0.00	90	1.00	B
			S11	X	3179.03;2762.33;4.00	0.0;0.0;0.0	3179.03;2762.33;0.00	0	1.00	B
			S12	X	3196.79;2775.77;4.00	0.0;0.0;-90.0	3196.79;2775.77;0.00	-90	1.00	C
			S13	X	3195.41;2759.59;4.00	0.0;0.0;90.0	3195.41;2759.59;0.00	90	1.00	B



3.2.3.8 Hall planta baja

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medía [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	10.25x2.98	Plano	RGB=205,153,95	40%	3.4	0.43
Pared 5	4.00x10.23	180°	RGB=255,249,128	65%	4.7	0.98
Pared 4	4.00x2.95	90°	RGB=255,249,128	65%	2.3	0.47
Pared 3	4.00x10.25	0°	RGB=255,249,128	65%	5.8	1.20
Pared 2	4.00x2.97	-90°	RGB=255,249,128	65%	14.0	2.90
Pared 1	4.00x0.01	-45°	RGB=255,249,128	65%	0.1	0.02
Techo	10.25x2.98	Plano	RGB=255,255,255	80%	0.9	0.22

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

10.25x2.98x4.00

Redícula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.49 - Y 0.50 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	3.4 lux	0.0 lux	7.9 lux	0.00	0.00	0.43
					-	-	1:2.34
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	3.4 lux	0.0 lux	7.9 lux	0.00	0.00	0.43
					-	-	1:2.34

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	3	LMP-A	1
B	URA34LED	URA34LED / 350 lum 1h (URA34LED / 350 lum)	661244 (661244)	1	LMP-B	1

Información Lámparas

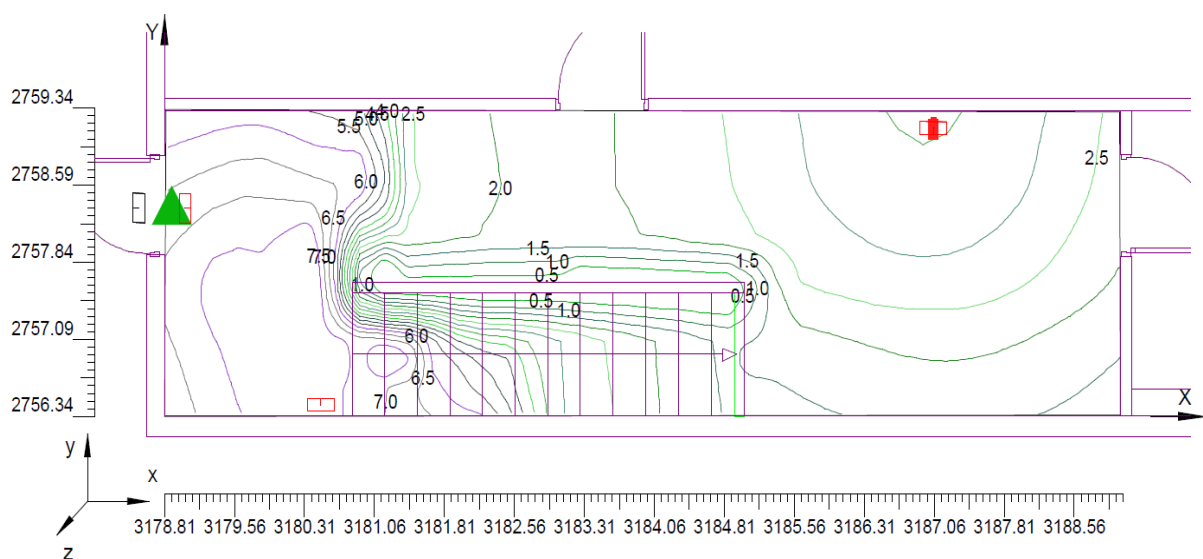
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	3
LMP-B	FDH	LED 661244	350	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3187.06;2759.14;3.92	0.0;0.0;-90.1	661243	1.00	LED 661243	1*200
	2	X	3179.03;2758.36;3.92	0.0;0.0;-0.4		1.00		
	3	X	3178.54;2758.37;3.92	0.0;0.0;179.6		1.00		
B	1	X	3180.49;2756.45;3.96	0.0;0.0;90.0	661244	1.00	LED 661244	1*350

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3187.06;2759.14;3.92	0.0;0.0;-90.1	3187.06;2759.14;-0.00	-90	1.00	A
			S2	X	3179.03;2758.36;3.92	0.0;0.0;-0.4	3179.03;2758.36;-0.00	-0	1.00	A
			S3	X	3178.54;2758.37;3.92	0.0;0.0;179.6	3178.54;2758.37;0.00	180	1.00	A
			S4	X	3180.49;2756.45;3.96	0.0;0.0;90.0	3180.49;2756.45;0.00	90	1.00	B



3.2.3.9 Recepción

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	2.98x9.62	Plano	RGB=205,153,95	40%	4.2	0.54
Pared 5	4.00x9.60	-180°	RGB=255,249,128	65%	6.2	1.29
Pared 4	4.00x2.97	90°	RGB=255,249,128	65%	2.8	0.57
Pared 3	4.00x9.62	-0°	RGB=255,249,128	65%	5.7	1.17
Pared 2	4.00x2.97	-90°	RGB=255,249,128	65%	2.3	0.47
Pared 1	4.00x0.01	90°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.00
Techo	9.62x2.98	Plano	RGB=255,255,255	80%	1.4	0.36

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 9.62x2.98x4.00
 Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.51 - Y 0.50 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	4.2 lux	2.1 lux	6.4 lux	0.50	0.33	0.66
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	4.2 lux	2.1 lux	6.4 lux	1:2.00	1:3.03	1:1.51
					0.50	0.33	0.66
					1:2.00	1:3.03	1:1.51

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 350 lum 1h (URA34LED / 350 lum)	661244 (661244)	1	LMP-A	1
B	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	2	LMP-B	1

Información Lámparas

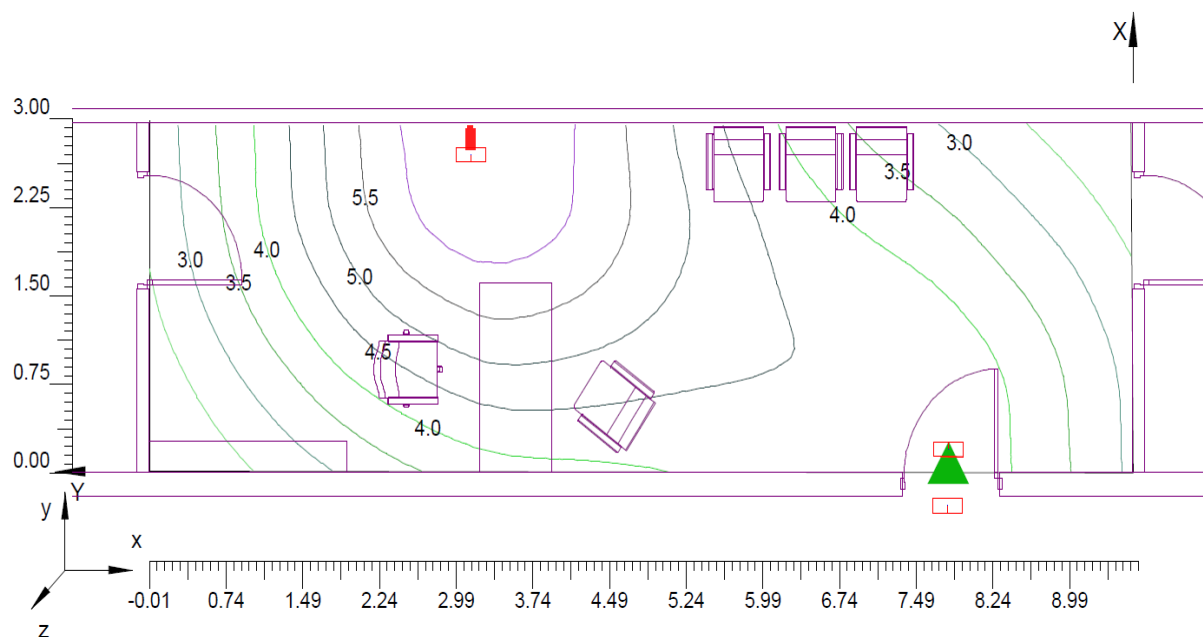
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661244	350	0	0	1
LMP-B	FDH	LED 661243	200	0	0	2

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3192.33;2759.04;3.92	0.0;0.0;-90.0	661244	1.00	LED 661244	1*350
B	1	X	3197.00;2756.54;3.92	0.0;0.0;89.9	661243	1.00	LED 661243	1*200
	2	X	3197.00;2756.06;3.92	0.0;0.0;-90.1		1.00		

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3192.33;2759.04;3.92	0.0;0.0;-90.0	3192.33;2759.04;-0.00	-90	1.00	A
			S2	X	3197.00;2756.54;3.92	0.0;0.0;89.9	3197.00;2756.54;-0.00	90	1.00	B
			S3	X	3197.00;2756.06;3.92	0.0;0.0;-90.1	3197.00;2756.06;0.00	-90	1.00	B



3.2.3.10 Sala CGD

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Ilum.Media [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	5.43x2.97	Plano	RGB=255,255,255	80%	1.4	0.36
Pared 4	4.00x5.43	-180°	RGB=255,249,128	65%	6.0	1.25
Pared 3	4.00x2.97	90°	RGB=255,249,128	65%	11.3	2.34
Pared 2	4.00x5.41	0°	RGB=255,249,128	65%	5.7	1.18
Pared 1	4.00x2.97	-90°	RGB=255,249,128	65%	12.3	2.54
Suelo	5.43x2.97	Plano	RGB=205,153,95	40%	5.6	0.71

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 5.43x2.97x4.00
 Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.49 - Y 0.49 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	5.6 lux	4.6 lux	6.2 lux	0.82 1:1.23	0.74 1:1.35	0.91 1:1.10
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	5.6 lux	4.6 lux	6.2 lux	0.82 1:1.23	0.74 1:1.35	0.91 1:1.10

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	3	LMP-A	1

Información Lámparas

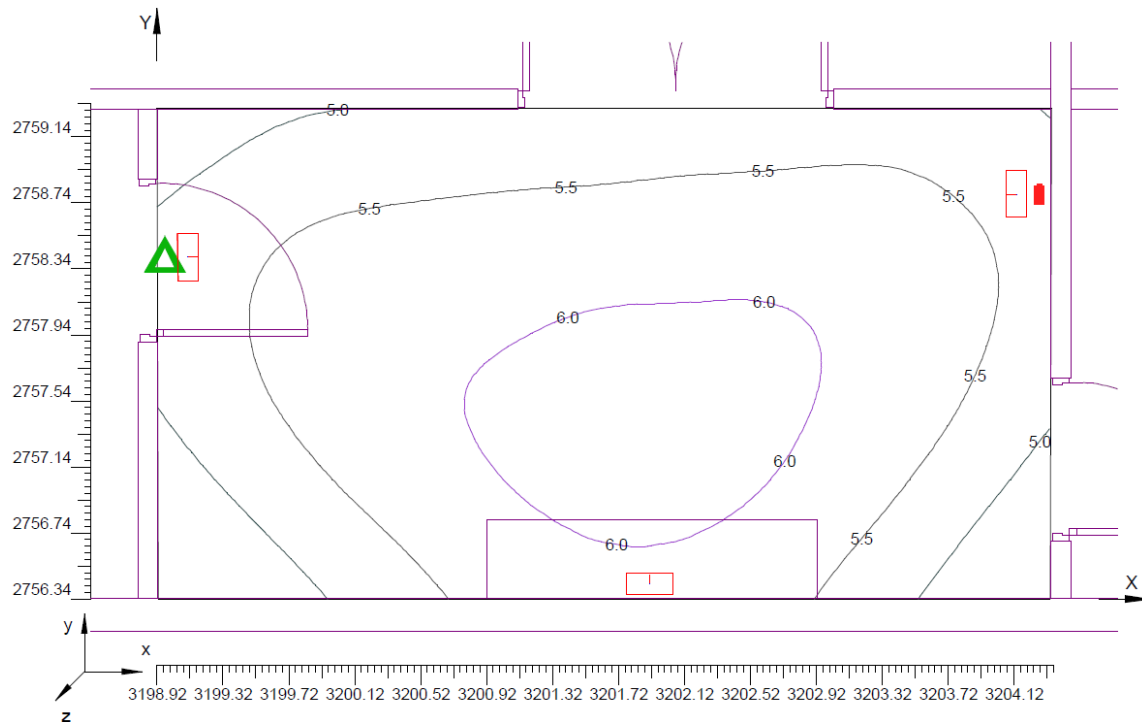
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	3

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3204.14;2758.79;3.92	0.0;0.0;179.8	661243	1.00	LED 661243	1*200
	2	X	3199.11;2758.41;3.92	0.0;0.0;0.2		1.00		
	3	X	3201.91;2756.43;3.96	0.0;0.0;90.0		1.00		

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3204.14;2758.79;3.92	0.0;0.0;179.8	3204.14;2758.79;-0.00	180	1.00	A
			S2	X	3199.11;2758.41;3.92	0.0;0.0;0.2	3199.11;2758.41;-0.00	0	1.00	A
			S3	X	3201.91;2756.43;3.96	0.0;0.0;90.0	3201.91;2756.43;0.00	90	1.00	A



3.2.3.11 Pasillo

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	16.49x2.98	Plano	RGB=205,153,95	40%	5.6	0.72
Pared 6	4.00x4.87	180°	RGB=255,249,128	65%	5.2	1.07
Pared 5	4.00x1.44	90°	RGB=255,249,128	65%	3.6	0.74
Pared 4	4.00x11.58	180°	RGB=255,249,128	65%	3.0	0.63
Pared 3	4.00x1.51	91°	RGB=255,249,128	65%	0.8	0.17
Pared 2	4.00x16.49	-0°	RGB=255,249,128	65%	7.7	1.59
Pared 1	4.00x2.97	-90°	RGB=255,249,128	65%	19.5	4.04
Techo	16.49x2.98	Plano	RGB=255,255,255	80%	3.2	0.81

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 16.49x2.98x4.00
 Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.50 - Y 0.50 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	5.6 lux	1.0 lux	8.7 lux	0.17 1:5.93	0.11 1:9.15	0.65 1:1.54
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	5.6 lux	1.0 lux	8.7 lux	0.17 1:5.93	0.11 1:9.15	0.65 1:1.54

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 350 lum 1h (URA34LED / 350 lum)	661244 (661244)	3	LMP-A	1

Información Lámparas

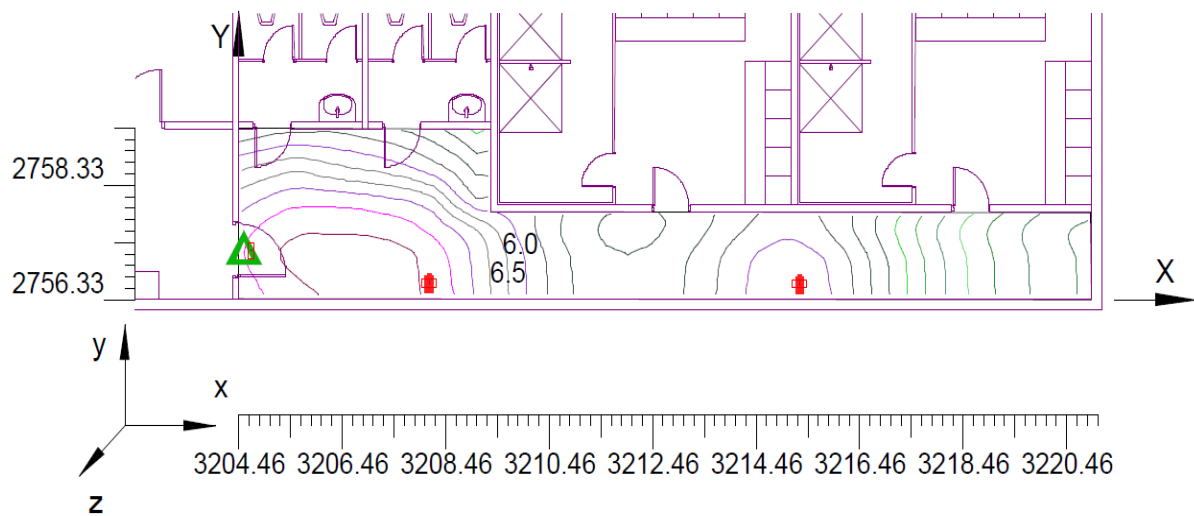
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661244	350	0	0	3

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3204.71;2757.19;3.92	0.0;0.0;-0.2	661244	1.00	LED 661244	1*350
	2	X	3208.14;2756.61;3.92	0.0;0.0;90.0		1.00		
	3	X	3215.31;2756.59;3.92	0.0;0.0;90.0		1.00		

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3204.71;2757.19;3.92	0.0;0.0;-0.2	3204.71;2757.19;-0.00	-0	1.00	A
			S2	X	3208.14;2756.61;3.92	0.0;0.0;90.0	3208.14;2756.61;-0.00	90	1.00	A
			S3	X	3215.31;2756.59;3.92	0.0;0.0;90.0	3215.31;2756.59;-0.00	90	1.00	A



3.2.3.12 Aseo de hombres planta baja

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	2.39x2.32	Plano	RGB=205,153,95	40%	4.3	0.54
Pared 4	3.00x2.38	-180°	RGB=255,249,128	65%	2.7	0.56
Pared 3	3.00x2.32	90°	RGB=255,249,128	65%	3.0	0.62
Pared 2	3.00x2.38	-0°	RGB=255,249,128	65%	20.6	4.26
Pared 1	3.00x2.31	-90°	RGB=255,249,128	65%	6.4	1.33
Techo	2.39x2.32	Plano	RGB=255,255,255	80%	2.4	0.60

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 2.39x2.32x3.00
 Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.48 - Y 0.46 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	2.4 lux	6.0 lux	0.57	0.40	0.71
					1:1.76	1:2.48	1:1.41
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	2.4 lux	6.0 lux	0.57	0.40	0.71
					1:1.76	1:2.48	1:1.41

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	1	LMP-A	1

Información Lámparas

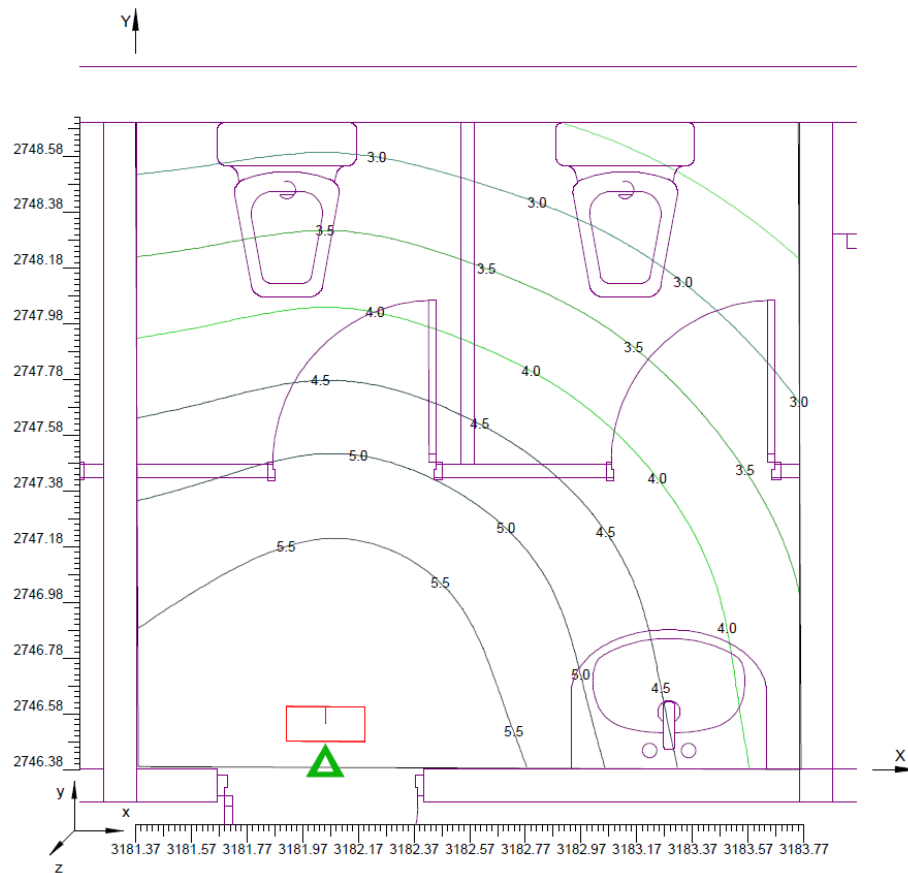
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3182.05;2746.54;2.92	0.0;0.0;89.8	661243	1.00	LED 661243	1*200

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3182.05;2746.54;2.92	0.0;0.0;89.8	3182.05;2746.54;0.00	90	1.00	A



3.2.3.13 Aseo de mujeres planta baja

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	2.39x2.32	Plano	RGB=205,153,95	40%	4.3	0.54
Pared 4	3.00x2.38	-180°	RGB=255,249,128	65%	2.7	0.56
Pared 3	3.00x2.32	90°	RGB=255,249,128	65%	3.0	0.62
Pared 2	3.00x2.38	-0°	RGB=255,249,128	65%	20.6	4.26
Pared 1	3.00x2.31	-90°	RGB=255,249,128	65%	6.4	1.33
Techo	2.39x2.32	Plano	RGB=255,255,255	80%	2.4	0.60

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 2.39x2.32x3.00
 Réticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.48 - Y 0.46 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	2.4 lux	6.0 lux	0.57 1:1.76	0.40 1:2.48	0.71 1:1.41
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	4.3 lux	2.4 lux	6.0 lux	0.57 1:1.76	0.40 1:2.48	0.71 1:1.41

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	1	LMP-A	1

Información Lámparas

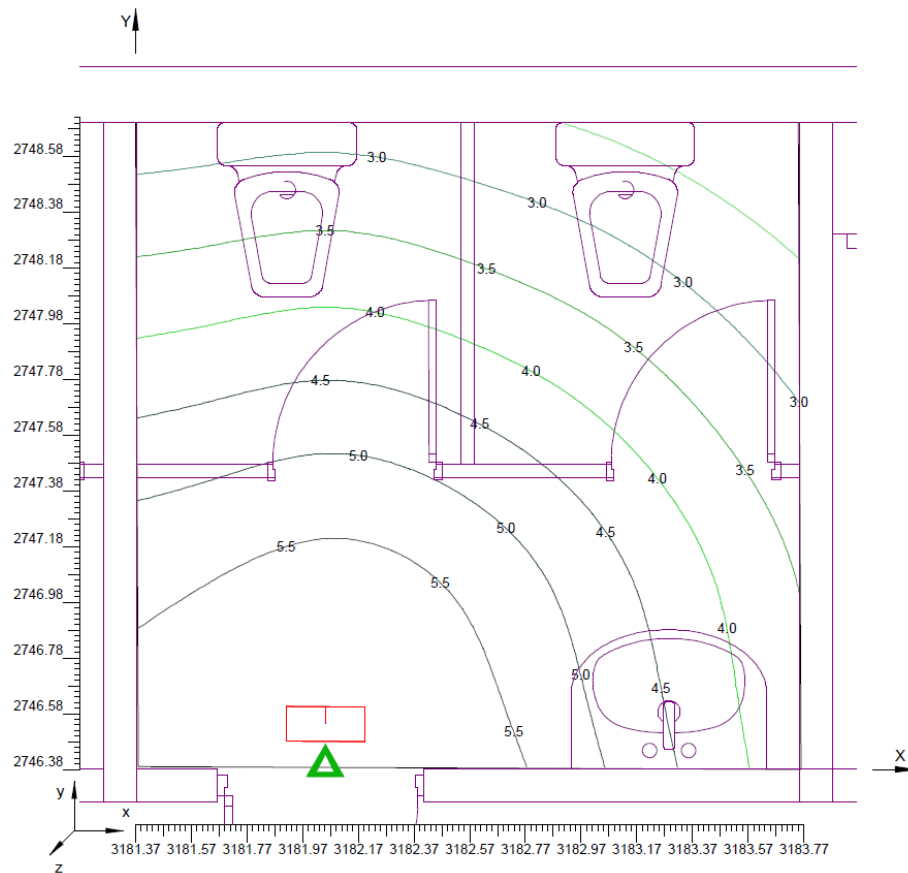
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3182.05;2746.54;2.92	0.0;0.0;89.8	661243	1.00	LED 661243	1*200

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3182.05;2746.54;2.92	0.0;0.0;89.8	3182.05;2746.54;0.00	90	1.00	A



3.2.3.14 Vestuario de hombres

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medía [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	5.70x3.78	Plano	RGB=205,153,95	40%	3.6	0.46
Pared 5	4.00x5.69	-180°	RGB=255,249,128	65%	2.4	0.49
Pared 4	4.00x3.78	90°	RGB=255,249,128	65%	2.7	0.56
Pared 3	4.00x5.70	-0°	RGB=255,249,128	65%	9.6	1.98
Pared 2	4.00x3.77	-90°	RGB=255,249,128	65%	1.8	0.37
Pared 1	4.00x0.01	0°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.00
Techo	5.70x3.78	Plano	RGB=255,255,255	80%	1.8	0.45

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

5.70x3.78x4.00

Retícula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.52 - Y 0.47 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	3.6 lux	1.2 lux	6.0 lux	0.33	0.20	0.60
					1:3.02	1:5.06	1:1.67
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	3.6 lux	1.2 lux	6.0 lux	0.33	0.20	0.60
					1:3.02	1:5.06	1:1.67

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	3	LMP-A	1

Información Lámparas

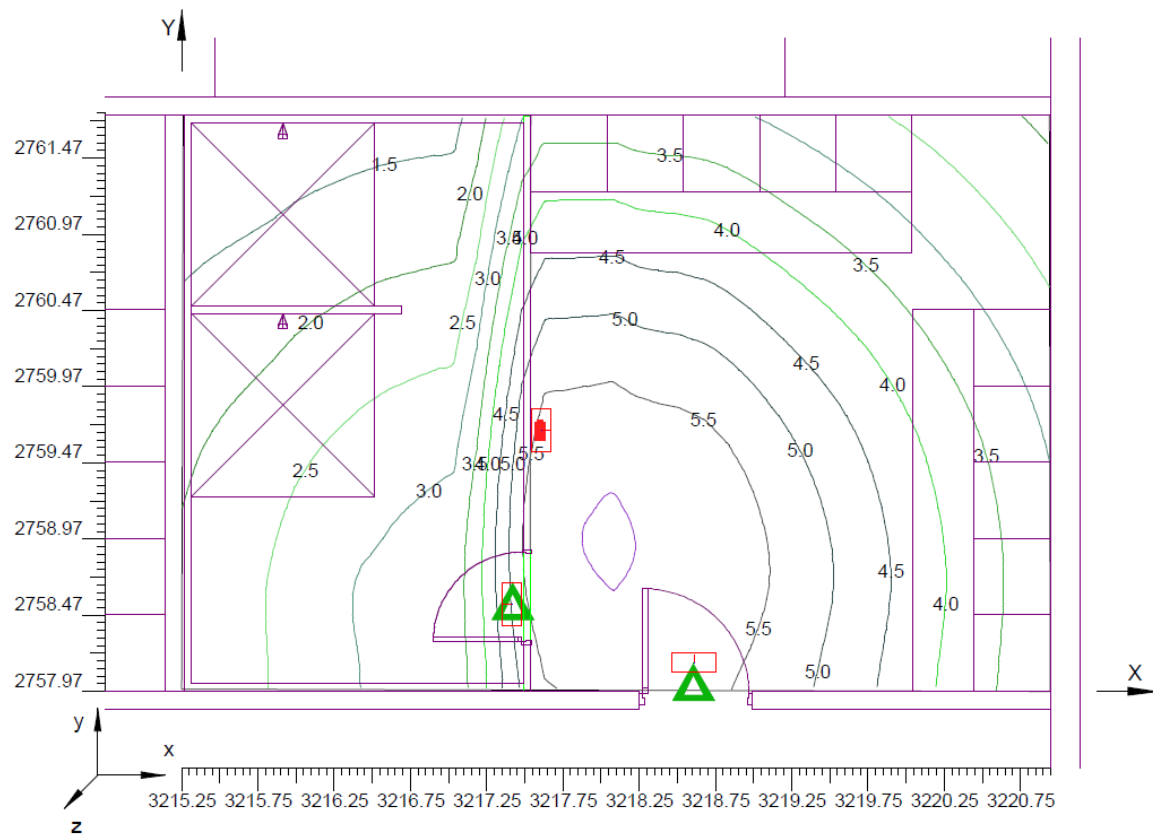
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	3

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3217.61;2759.68;3.92	0.0;0.0;0.0	661243	1.00	LED 661243	1*200
	2	X	3217.42;2758.54;3.92	0.0;0.0;180.0		1.00		
	3	X	3218.61;2758.15;3.92	0.0;0.0;89.9		1.00		

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3217.61;2759.68;3.92	0.0;0.0;0.0	3217.61;2759.68;-0.00	0	1.00	A
			S2	X	3217.42;2758.54;3.92	0.0;0.0;180.0	3217.42;2758.54;-0.00	180	1.00	A
			S3	X	3218.61;2758.15;3.92	0.0;0.0;89.9	3218.61;2758.15;-0.00	90	1.00	A



3.2.3.15 Vestuario de mujeres

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	5.70x3.78	Plano	RGB=205,153,95	40%	3.6	0.46
Pared 5	4.00x5.69	-180°	RGB=255,249,128	65%	2.4	0.49
Pared 4	4.00x3.78	90°	RGB=255,249,128	65%	2.7	0.56
Pared 3	4.00x5.70	-0°	RGB=255,249,128	65%	9.6	1.98
Pared 2	4.00x3.77	-90°	RGB=255,249,128	65%	1.8	0.37
Pared 1	4.00x0.01	0°	RGB=255,249,128	65%	0.0	0.00
Techo	5.70x3.78	Plano	RGB=255,255,255	80%	1.8	0.45

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

5.70x3.78x4.00

Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.52 - Y 0.47 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	3.6 lux	1.2 lux	6.0 lux	0.33	0.20	0.60
					1:3.02	1:5.06	1:1.67
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	3.6 lux	1.2 lux	6.0 lux	0.33	0.20	0.60
					1:3.02	1:5.06	1:1.67

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	3	LMP-A	1

Información Lámparas

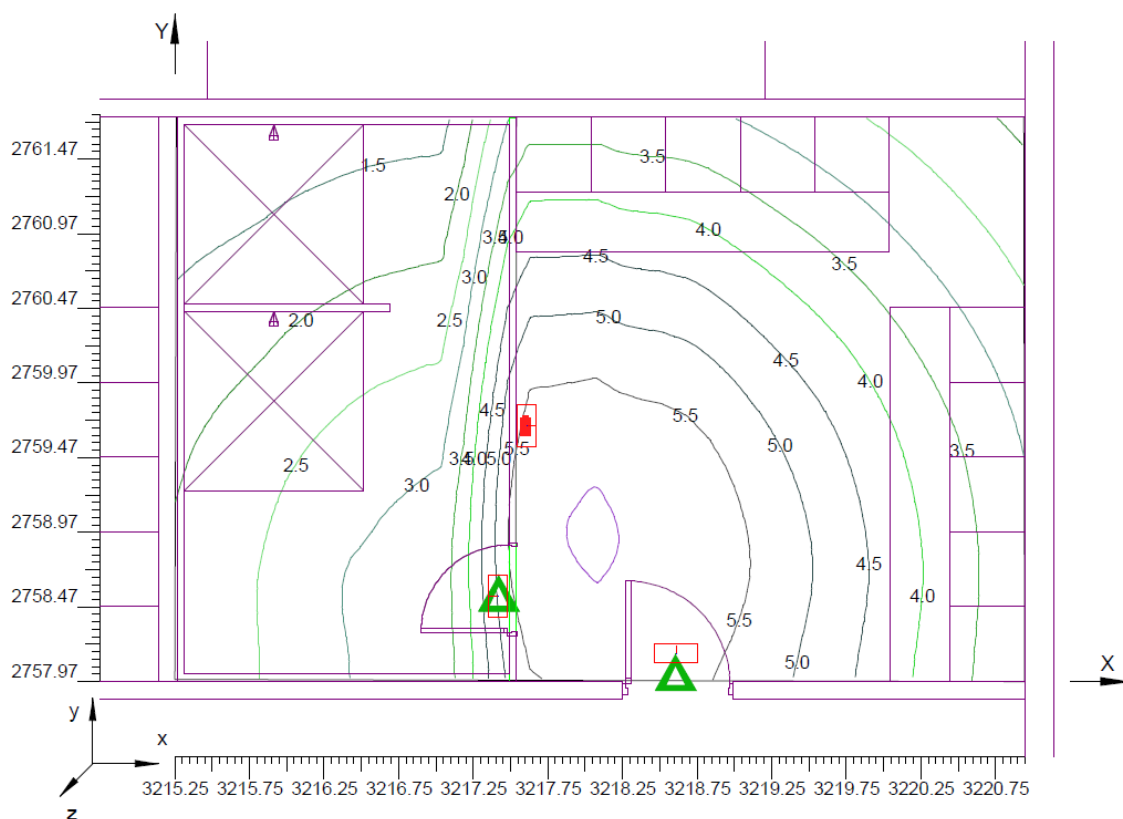
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661243	200	0	0	3

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3217.61;2759.68;3.92	0.0;0.0;0.0	661243	1.00	LED 661243	1*200
	2	X	3217.42;2758.54;3.92	0.0;0.0;180.0		1.00		
	3	X	3218.61;2758.15;3.92	0.0;0.0;89.9		1.00		

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3217.61;2759.68;3.92	0.0;0.0;0.0	3217.61;2759.68;-0.00	0	1.00	A
			S2	X	3217.42;2758.54;3.92	0.0;0.0;180.0	3217.42;2758.54;-0.00	180	1.00	A
			S3	X	3218.61;2758.15;3.92	0.0;0.0;89.9	3218.61;2758.15;-0.00	90	1.00	A



3.2.3.16 Almacén

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Ilum.Medía [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	16.49x4.10	Plano	RGB=205,153,95	40%	3.7	0.48
Pared 4	4.00x16.48	180°	RGB=255,249,128	65%	3.4	0.71
Pared 3	4.00x4.09	90°	RGB=255,249,128	65%	1.4	0.30
Pared 2	4.00x16.48	0°	RGB=255,249,128	65%	5.0	1.03
Pared 1	4.00x4.10	-90°	RGB=255,249,128	65%	14.2	2.94
Techo	16.49x4.10	Plano	RGB=255,255,255	80%	1.2	0.31

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

16.49x4.10x4.00

Reticula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.50 - Y 0.51 - Z 0.50

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	3.7 lux	1.6 lux	7.1 lux	0.42	0.22	0.53
					1:2.38	1:4.49	1:1.89
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	3.7 lux	1.6 lux	7.1 lux	0.42	0.22	0.53
					1:2.38	1:4.49	1:1.89

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 350 lum 1h (URA34LED / 350 lum)	661244 (661244)	2	LMP-A	1
B	URA34LED	URA34LED / 200 lum 1h (URA34LED / 200 lum)	661243 (661243)	1	LMP-B	1

Información Lámparas

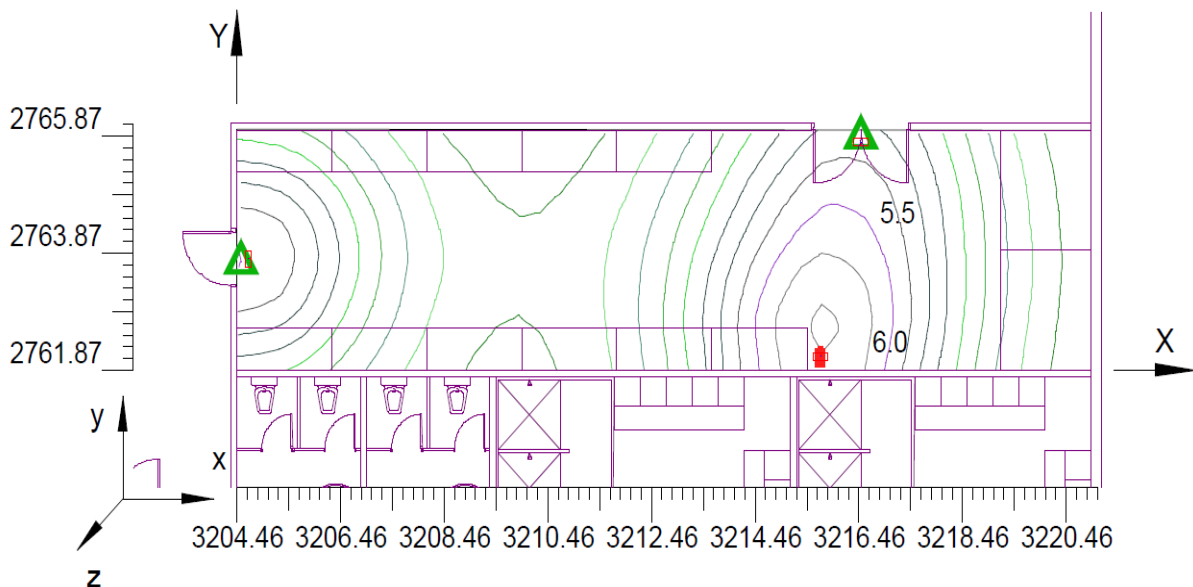
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661244	350	0	0	2
LMP-B	FDH	LED 661243	200	0	0	1

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3215.72;2762.09;3.92	0.0;0.0;90.0	661244	1.00	LED 661244	1*350
	2	X	3204.69;2763.76;3.92	0.0;0.0;0.1		1.00		
B	1	X	3216.51;2765.76;3.92	0.0;0.0;-90.0	661243	1.00	LED 661243	1*200

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3215.72;2762.09;3.92	0.0;0.0;90.0	3215.72;2762.09;-0.00	90	1.00	A
			S2	X	3216.51;2765.76;3.92	0.0;0.0;-90.0	3216.51;2765.76;-0.00	-90	1.00	B
			S3	X	3204.69;2763.76;3.92	0.0;0.0;0.1	3204.69;2763.76;-0.00	0	1.00	A



3.2.3.17 Centro de Transformación

Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo°	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Suelo	2.18x5.88	Plano	RGB=205,153,95	40%	8.1	1.03
Pared 4	2.36x5.88	-180°	RGB=255,249,128	65%	4.2	0.86
Pared 3	2.36x2.18	90°	RGB=255,249,128	65%	6.4	1.33
Pared 2	2.36x5.88	0°	RGB=255,249,128	65%	18.7	3.88
Pared 1	2.36x2.18	-90°	RGB=255,249,128	65%	23.6	4.88
Techo	5.88x2.18	Plano	RGB=255,255,255	80%	1.6	0.42

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]:

5.88x2.18x2.36

Retícula Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]:

dirección X 0.49 - Y 0.55 - Z 0.47

Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	8.1 lux	4.7 lux	12.5 lux	0.58 1:1.73	0.37 1:2.67	0.65 1:1.54
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	8.1 lux	4.7 lux	12.5 lux	0.58 1:1.73	0.37 1:2.67	0.65 1:1.54

Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Línea	Nombre Luminaria (Nombre Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Luminarias N.	Ref.Lamp.	Lámparas N.
A	URA34LED	URA34LED / 150 lum 1h (URA34LED / 150 lum)	661242 (661242)	4	LMP-A	1

Información Lámparas

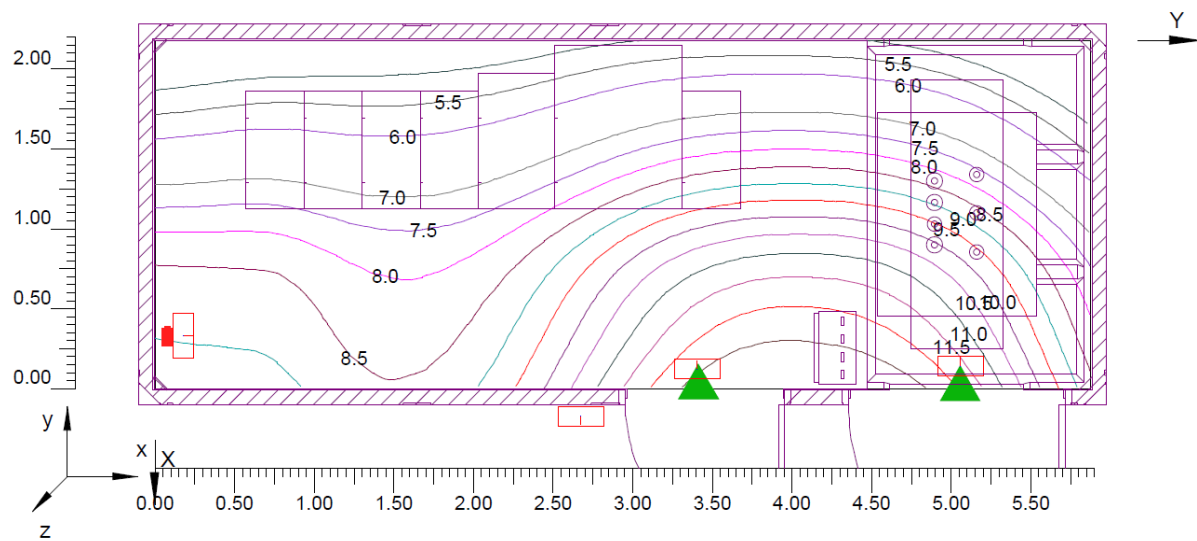
Ref.Lamp.	Tipo	Código	Flujo lm	Potencia W	Color K	N.
LMP-A	FDH	LED 661242	150	0	0	4

Tabla Resumen Luminarias

Ref.	Lum.	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Código Luminaria	Factor Cons.	Código Lámpara	Flujo lm
A	1	X	3862.96;11403.05;2.27	0.0;0.0;0.0	661242	1.00	LED 661242	1*150
	2	X	3866.19;11402.84;2.27	0.0;0.0;90.0		1.00		
	3	X	3865.46;11402.55;2.27	0.0;0.0;-90.0		1.00		
	4	X	3867.84;11402.86;2.27	0.0;0.0;90.0		1.00		

Tabla Resumen Enfoques

Torre	Fila	Columna	Ref. 2D	On	Posición Luminarias X[m] Y[m] Z[m]	Rotación Luminarias X° Y° Z°	Enfoques X[m] Y[m] Z[m]	R.Eje °	Factor Cons.	Ref.
			S0	X	3862.96;11403.05;2.27	0.0;0.0;0.0	3862.96;11403.05;0.00	0	1.00	A
			S2	X	3866.19;11402.84;2.27	0.0;0.0;90.0	3866.19;11402.84;0.00	90	1.00	A
			S3	X	3865.46;11402.55;2.27	0.0;0.0;-90.0	3865.46;11402.55;0.00	-90	1.00	A
			S4	X	3867.84;11402.86;2.27	0.0;0.0;90.0	3867.84;11402.86;0.00	90	1.00	A



3.3 ANEXO 3: ESTUDIO DE SELECTIVIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CON EL PROGRAMA ECODIAL ADVANCE CALCULATION 4.8

3.3.1 Introducción

Uno de los factores que más ayuda a que una instalación eléctrica funcione fluidamente y se puedan llevar a cabo las actividades a que se destina con continuidad del servicio es la adecuada selectividad de los dispositivos de protección que garantizan su seguridad.

La mejor manera de comprobar que tenemos una selectividad correcta tanto entre interruptores magnetotérmicos como entre dispositivos diferenciales es el estudio de sus curvas de disparo o desconexión, comparando sus parámetros y zonas de disparo.

Debido a que la gran mayoría de los fabricantes no facilita de manera explícita las curvas de disparo de sus dispositivos, sino que muchos de ellos las integran dentro del software o programas que desarrollan, y debido también a la necesidad de ajustar los parámetros de los mismos para obtener selectividades válidas, se ha optado por realizar el estudio de estas curvas mediante uno de estos programas.

De entre los muchos programas que hay en el mercado, se ha utilizado Ecodial Advance Calculation versión 4.8 ya que está desarrollado por Schneider Electric para sus aparatos de protección, y ofrece una experiencia de nuevo usuario muy sencilla e intuitiva, y los resultados arrojados permiten ver los parámetros que definen cada selectividad con claridad.

Este software permite, a partir del dibujo unifilar de la instalación que se ha dimensionado manualmente hasta el momento, elegir e instalar los dispositivos del fabricante en cada punto considerado de la misma en base a los criterios señalados en la memoria y, a partir de ahí, ajustar sus parámetros o cambiar de dispositivos según convenga para obtener una selectividad adecuada.

3.3.2 Descripción del programa y metodología del estudio

El estudio con el programa distingue tres partes diferenciadas: parametrización del proyecto, diseño y dimensionamiento del proyecto e informe.

Para la parametrización se ajustan unos valores iniciales de la red de la instalación que se pueden ver en la siguiente imagen tomada del programa:

Definición de la red

Red eléctrica

Frecuencia de la instalación eléctrica: 50 Hz

Cos ϕ objetivo: 0,96

Umbral de potencia reactiva para la compensación: 50 kvar

Dispositivo de protección contra sobretensiones

Activación / Desactivación de función de cálculo de dispositivos de protección contra sobretensiones: No

Seleccionar la aparamenta

¿Aplicar la filiación para las protecciones terminales?: No

Cable

Sección de cable máxima a utilizar: 300 mm²

¿Neutro reducido?: Completo

Temperatura ambiente por defecto de los cables al aire libre: 40 °C

Temperatura ambiente por defecto de los cables enterrados: 25 °C

Valor por defecto de la caída de tensión máxima autorizada para un cable: 4 %

Corriente de dimensionamiento por defecto: Ir

Canalización Eléctrica Prefabricada

Temperatura ambiente por defecto de las CEP: 40 °C

Valor por defecto de la caída de tensión máxima autorizada de las CEP: 4 %

Características de las cargas

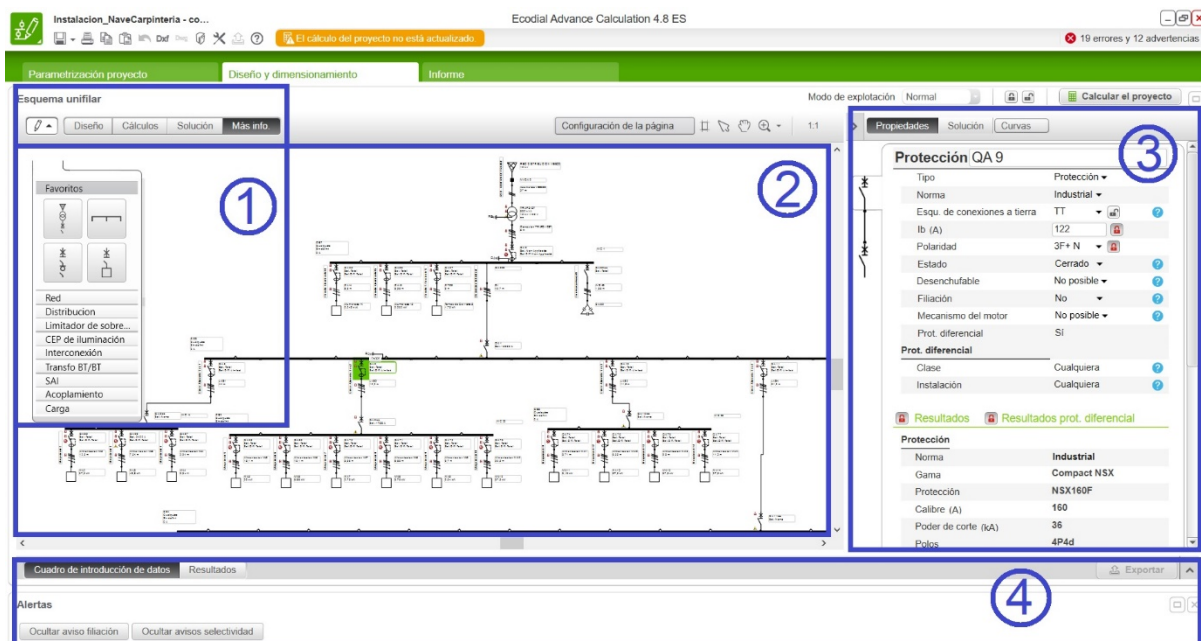
Caída de tensión total máxima para cargas de tipo 'carga genérica': 6,5 %

Caída de tensión total máxima para cargas de tipo 'toma de corriente': 6,5 %

Caída de tensión total máxima para cargas de tipo 'iluminación': 4,5 %

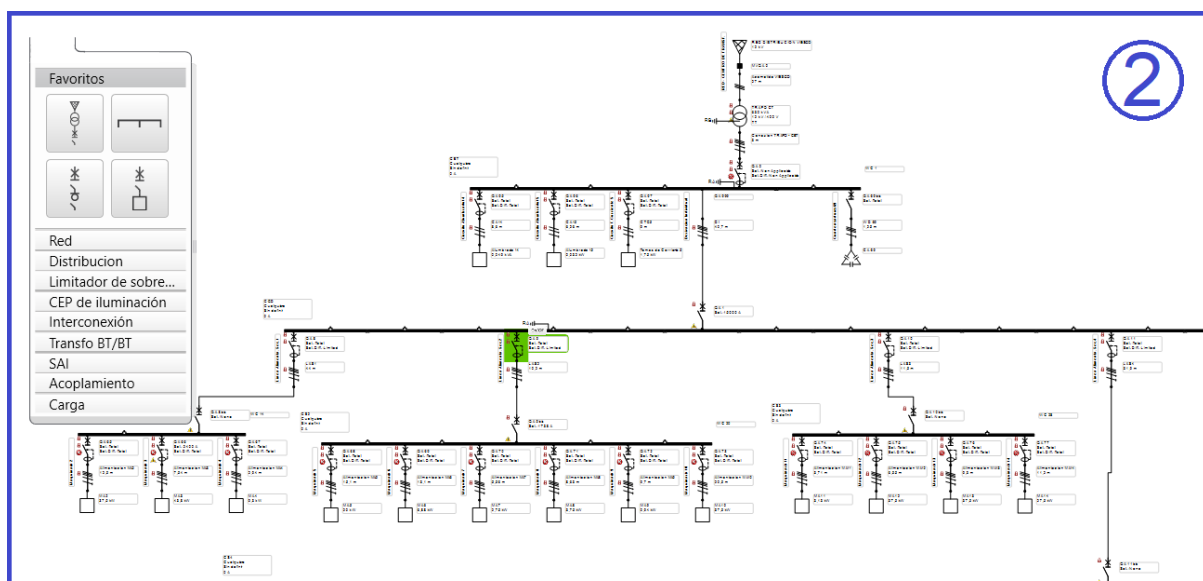
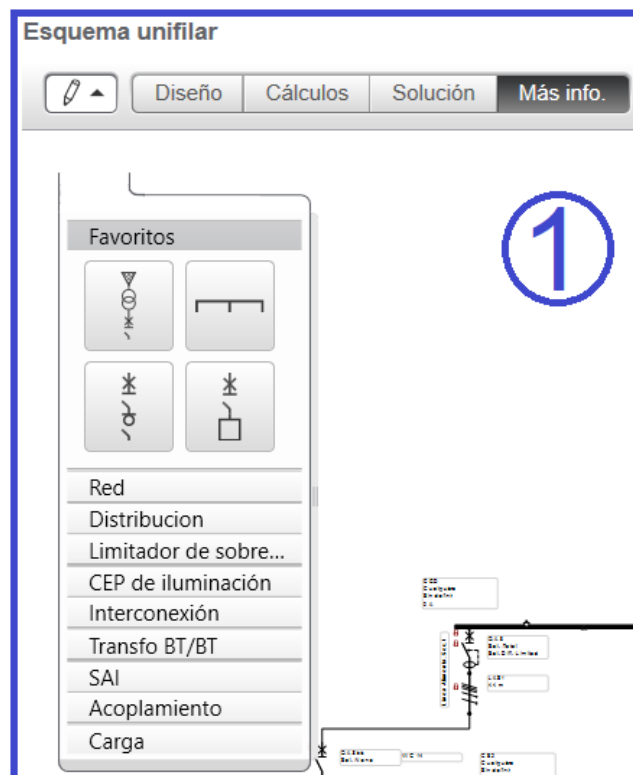
Caída de tensión total máxima para cargas de tipo 'Motor': 6,5 %

Una vez se ha definido la red, en el apartado de diseño y dimensionamiento se dibuja y define la instalación en todo su conjunto. La interface en ese punto se divide en varias partes importantes como puede verse:



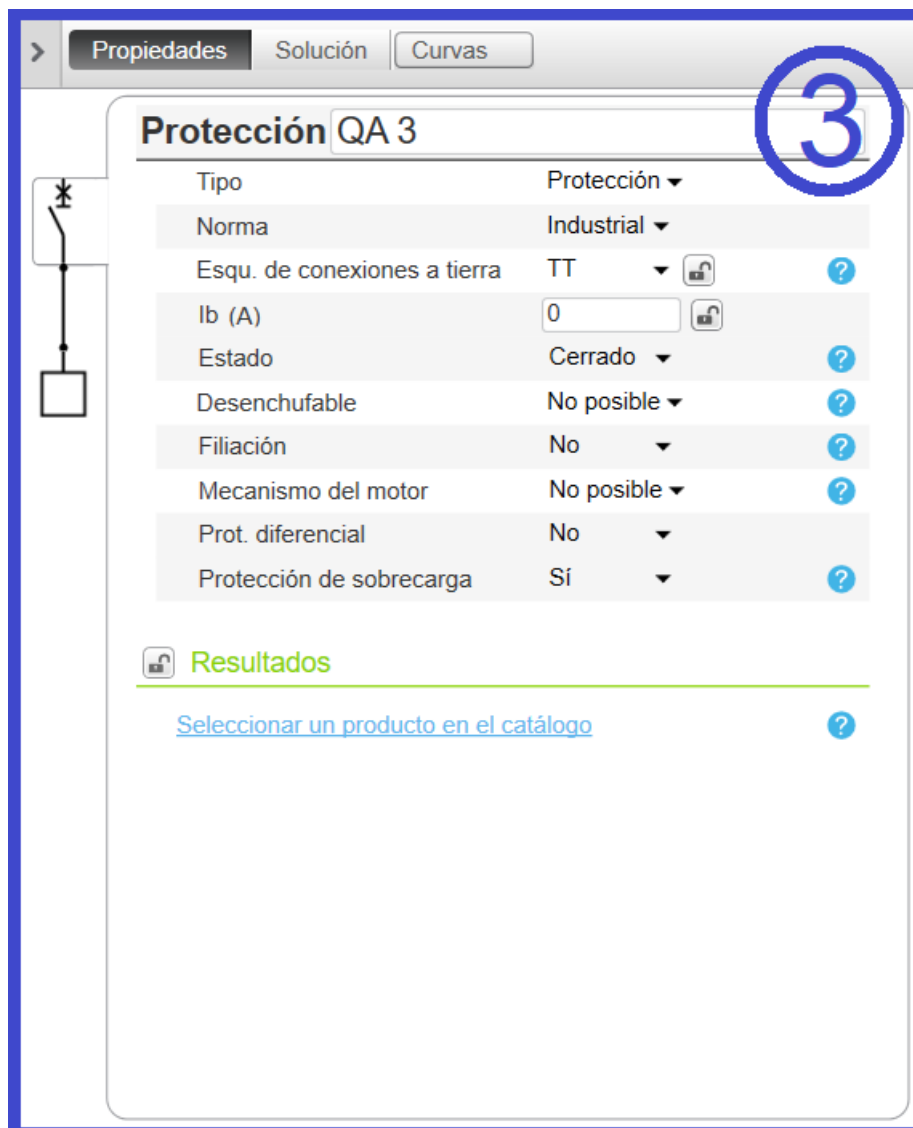
El recuadro 1 muestra las herramientas de dibujo del unifilar, el 2 el espacio de dibujo donde se sitúa la instalación, el 3 la zona de propiedades y parametrización de cada elemento y el 4 el cuadro de errores y advertencias una vez hecha la compilación.

Lo primero en este punto es el dibujo elemento a elemento sobre el plano de trabajo (recuadro 2) de la instalación en diagrama unifilar, para lo cual el programa proporciona unas herramientas que abarcan toda la aparamenta básica de una instalación como cargas, cuadros, transformadores, conductores, etc (recuadro 1).






Una vez estructurada la instalación y conectada toda la aparamenta, se procede a la parametrización de los elementos pinchando sobre cada uno y modificando los valores que aparecen sobre el menú de la derecha (recuadro 3) adaptándolo a los valores calculados a lo largo del proyecto: centro de transformación, conductores, caídas de tensión, montajes, cargas, compensación de reactiva, puesta a tierra, etc.

También se definen los dispositivos de protección con los modelos que cumplan los criterios adecuados de calibre, sensibilidad, poder de corte y demás características, sin importar en primera instancia su elección debido a que el programa detecta y notifica los errores cometidos a la hora de dimensionar. Para ello, debajo de las opciones de parametrización, Ecodial permite seleccionar los dispositivos del catálogo de Schneider de su base de datos. Esta opción abre un menú que permite elegir en función de sus características de funcionamiento más importantes.



The screenshot shows the 'Propiedades' (Properties) window for a protection device, titled 'Protección QA 3'. The window has three tabs: 'Propiedades', 'Solución', and 'Curvas'. The 'Propiedades' tab is active, displaying a table of configuration parameters. To the left of the table is a schematic diagram of a switch. Below the table is a section titled 'Resultados' with a link to 'Seleccionar un producto en el catálogo'.

Tipo	Protección ▼
Norma	Industrial ▼
Esqu. de conexiones a tierra	TT ▼  ?
Ib (A)	0  ?
Estado	Cerrado ▼ ?
Desenchufable	No posible ▼ ?
Filiación	No ▼ ?
Mecanismo del motor	No posible ▼ ?
Prot. diferencial	No ▼ ?
Protección de sobrecarga	Sí ▼ ?

 **Resultados**

[Seleccionar un producto en el catálogo](#) ?

Seleccionar un interruptor automático para la tensión 400 V

1. Selección

☐ Productos calculados ☒ Catálogo de productos

Norma Industrial Doméstico o similar	Gama iC60 Acti9 Reflex iC60 Acti9 C120 Acti9 NG125 Compact NSX Compact NSXm Masterpact MTZ1 Masterpact NT Masterpact MT72	Designación iC60N iC60H iC60L	Calibre 0,5 1 2 3 4 6 10 13 16	Polos 1P1d 2P1d 2P2d 3P3d 4P4d
Protección C B D	Calibre relé (A) 63			

2. Producto

Norma	Industrial	Gama	iC60
Designación	iC60N	Calibre	63
Polos	1P1d	Protección	C
Calibre relé (A)	63	Poder de corte (kA) - 400 V	N/A

Aceptar

Cancelar

Al terminar la elección y parametrización de todos los elementos que componen la instalación se procede al cálculo del proyecto, y tras unos segundos de iteración el software comunica en el cuadro de errores y advertencias (recuadro 4) los fallos cometidos para que sean corregidos y así realizar un cálculo global válido, pudiéndose expandir dicho cuadro para conocer en detalle cada caso:

Alertas

Ocultar aviso filiación

Ocultar avisos selectividad

4

Alertas				
Ocultar aviso filiación		Ocultar avisos selectividad		
Criticidad	Tipo	Circuito	Componente	Mensaje
Error	Dimensionamiento	Instalación	N/A	No se han calculado algunos componentes. Compruebe la lista de errores y advertencias.
Advertencia	Dimensionamiento	CBT	WC 1	El factor de potencia [0,833] es más pequeño que el factor de potencia objetivo [0,96] para el juego de barras [WC 1].
Advertencia	Dimensionamiento	Interconexión 72	QA 72	El componente QA 72 no alimenta ninguna carga.
Información	Dimensionamiento	RED - CENTRO DE TRANSF.	QA 0	El ajuste bajo/alto de la unidad de control Micrologic es posible con la ayuda de un modulo adicional

En el menú derecho de parametrización, una vez hecho el primer cálculo del proyecto, pueden verse además para cada dispositivo las características concretas del modelo Schneider elegido así como su curva de disparo comparada con el dispositivo aguas arriba, lo que permite observar la selectividad entre ellos. Además, debajo de la gráfica se pueden regular los valores de los aparatos de protección que así lo permiten para ajustar dicha selectividad.

Propiedades
Solución
Curvas

Protección QA 85

Ib 5,8 A
Distancia desde el origen NA
Información de dimensionamiento siezed por el uso
Gama iC60
Designación iC60N
Circuito nominal del interruptor 10 A
Poder de corte 10 kA
TNS Un polo poder de corte NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura NA
Poder de corte reforzado NA
Pole y protegido polo 2P1d
Designación de la unidad de viaje C
Trip calificación unidad 10 A

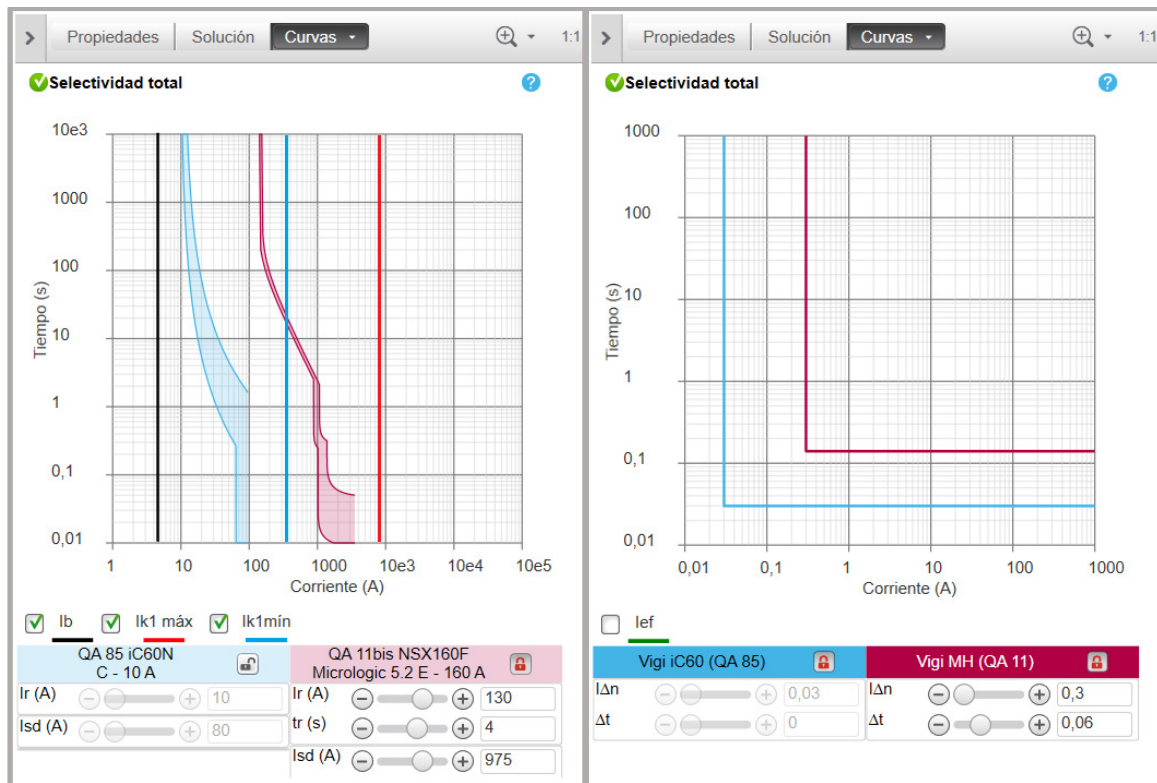
Ajustes de retardo largos
Ir 10 A
Tr NA

Ajustes de retardo cortos
corriente Isd 80 A
Tsd NA

Disparo instantáneo
Corriente Ii OFF

Resultados discriminación
Previo Limite discriminación

Modo Operativo Normal
QA 11bis Selectividad total



Como último paso, con todos los errores que han ido surgiendo solventados, el programa permite acceder a la parte del informe del proyecto o resultados en la que se plotean las gráficas de selectividad y ajustes hechos en todos los dispositivos de protección de la instalación.

Las referencias utilizadas para estos dispositivos por el proyectista (con letra D y M) son distintas a las que usa el programa (códigos QA), el cual toma normalmente la misma para un diferencial asociado a un magnetotérmico en el caso de cargas solitarias. Por ello se adjunta la siguiente tabla de equivalencias para las referencias tomadas:

Punto de instalación del dispositivo	Magnetotérmicos		Diferenciales	
	Ref. Project.	Ref. Ecodial	Ref. Project.	Ref. Ecodial
CBT Entrada	M1	QA 0	D1	QA 0
CBT Salida a C. Alumbrado 14	M2A	QA 95	D2	QA 95
CBT Salida a C. Alumbrado 15	M2B	QA 96		
CBT Salida a C. Tomas Corriente 5	M2C	QA 97		
CGD Entrada	M3	QA 1	-	-
CGD Salida a CS1	M4	QA 8	D3	QA 8
CGD Salida a CS2	M5	QA 9	D4	QA 9
CGD Salida a CS3	M6	QA 10	D5	QA 10
CGD Salida a CS4	M7	QA 11	D6	QA 11
CGD Salida a ECR	M8	QA 73bis	D7	QA 73bis
CS1 Entrada	M9	QA 8bis	-	-
CS2 Entrada	M10	QA 9bis	-	-
CS3 Entrada	M11	QA 10bis	-	-
CS4 Entrada	M12	QA 11bis	-	-
CS1 Salida a MA2	M13	QA 65	D8	QA 65
CS1 Salida a MA3	M14	QA 66	D9	QA 66
CS1 Salida a MA4	M15	QA 67	D10	QA 67
CS2 Salida a MA5	M16	QA 68	D11	QA 68
CS2 Salida a MA6	M17	QA 69	D12	QA 72
CS2 Salida a MA7	M18	QA 70		
CS2 Salida a MA8	M19	QA 71		
CS2 Salida a MA9	M20	QA 72		
CS2 Salida a MA10	M21	QA 73	D13	QA 73
CS3 Salida a MA11	M22	QA 74	D14	QA 74
CS3 Salida a MA12	M23	QA 75	D15	QA 76
CS3 Salida a MA13	M24	QA 76		
CS3 Salida a MA14	M25	QA 77	D16	QA 77
CS4 Salida a C. Alumbrado 1	M26	QA 78	D17	QA 79
CS4 Salida a C. Alumbrado 2	M27	QA79		
CS4 Salida a C. Alumbrado 3	M28	QA 80	D18	QA 80
CS4 Salida a C. Alumbrado 4	M29	QA 81	D19	QA 81
CS4 Salida a C. Alumbrado 5	M30	QA 82	D20	QA 83
CS4 Salida a C. Alumbrado 6	M31	QA 83		
CS4 Salida a C. Alumbrado 7	M32	QA 84	D21	QA 84
CS4 Salida a C. Alumbrado 8	M33	QA 85	D22	QA 85
CS4 Salida a C. Alumbrado 9	M34	QA 86	D23	QA 86
CS4 Salida a C. Alumbrado 10	M35	QA 87	D24	QA 90
CS4 Salida a C. Alumbrado 11	M36	QA 88		
CS4 Salida a C. Alumbrado 12	M37	QA 89		
CS4 Salida a C. Alumbrado 13	M38	QA 90		
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 1	M39	QA 91	D25	QA 91
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 2	M40	QA 92	D26	QA 92
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 3	M41	QA 93	D27	QA 93
CS4 Salida a C. Tomas Corriente 4	M42	QA 94	D28	QA 94

3.3.3 Resultados obtenidos para los magnetotérmicos

Ecodial Advance Calculation basa los cálculos y correcciones de los dispositivos tanto en el informe técnico Cenelec TR50480 como en las normas UNE de los criterios de selección vistos en el apartado 1.14.6 de la memoria.

Aun así existe un pequeño margen de error que se aprecia a la hora de comparar las intensidades de cortocircuito calculadas a mano por el proyectista y las calculadas por el programa. Estos márgenes se sobreentienden aceptables debido a que en la realidad los componentes y aparamenta del proyecto están constituidos por varios fabricantes, y algunos valores de parámetros que la definen el programa los redondea al primer decimal o a la unidad. En la siguiente tabla se puede comprobar la comparativa de dichas intensidades de cortocircuito en los distintos puntos de la instalación:

Punto de la instalación	Icc cálculo a mano		Icc cálculo con Ecodial	
	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)
Cuadro de baja tensión (CT)	23,82	9,80	24,09	9,92
Cuadro general de distribución	13,47	6,39	13,70	6,95
Cuadro secundario 1	8,65	4,10	8,81	4,22
Cuadro secundario 2	11,63	5,52	12,75	5,80
Cuadro secundario 3	11,75	5,57	13,08	5,87
Cuadro secundario 4	8,24	3,91	7,96	3,99
Equipo de compensación de reactiva	13,47	6,31	13,70	6,38
MA2	8,65	3,00	8,81	2,74
MA3	8,65	3,60	8,81	3,10
MA4	8,65	2,10	8,81	1,89
MA5	11,63	2,03	12,75	1,84
MA6	11,63	0,69	12,75	0,64
MA7	11,63	1,49	12,75	1,29
MA8	11,63	1,02	12,75	0,90
MA9	11,63	0,91	12,75	0,85
MA10	11,63	3,02	12,75	2,75
MA11	11,75	2,10	13,08	1,89
MA12	11,75	4,63	13,08	4,12
MA13	11,75	4,25	13,08	3,93
MA14	11,75	3,43	13,08	3,02
Circuito alumbrado 1	8,24	0,35	7,96	0,33
Circuito alumbrado 2	8,24	0,25	7,96	0,25
Circuito alumbrado 3	8,24	0,26	7,96	0,25
Circuito alumbrado 4	8,24	0,26	7,96	0,25
Circuito alumbrado 5	8,24	0,21	7,96	0,20
Circuito alumbrado 6	8,24	0,23	7,96	0,23
Circuito alumbrado 7	8,24	0,38	7,96	0,35
Circuito alumbrado 8	8,24	0,50	7,96	0,42
Circuito alumbrado 9	8,24	0,38	7,96	0,32
Circuito alumbrado 10	8,24	0,21	7,96	0,20
Circuito alumbrado 11	8,24	0,17	7,96	0,17
Circuito alumbrado 12	8,24	0,15	7,96	0,12
Circuito alumbrado 13	8,24	0,25	7,96	0,25
Circuito alumbrado 14	23,82	1,11	24,09	1,18
Circuito alumbrado 15	23,82	1,51	24,09	1,66
Circuito tomas de corriente 1	8,24	0,90	7,96	0,83
Circuito tomas de corriente 2	8,24	0,63	7,96	0,57
Circuito tomas de corriente 3	8,24	0,29	7,96	0,27
Circuito tomas de corriente 4	8,24	0,84	7,96	0,79
Circuito tomas de corriente 5	23,82	1,06	24,09	1,11

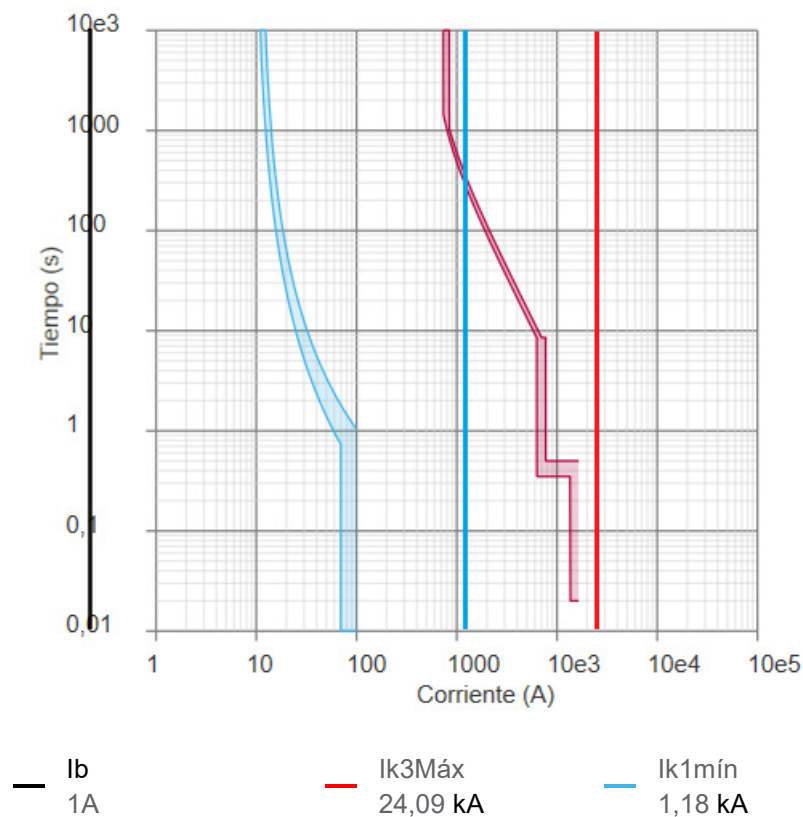
A continuación se pueden ver las gráficas de selectividad para los magnetotérmicos de la instalación junto con los ajustes realizados de sus parámetros a retardo largo (disparo térmico a intensidad de funcionamiento) y a retardo corto (disparo magnético a intensidad de disparo instantánea):

Diagrama de selectividad para QA 95 y QA 0 en Normal modo de explotación

QA 95 : Reflex iC60H - C - 10 A

QA 0 : MTZ1 10H1 - Micrologic 5.0 X - 1000 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



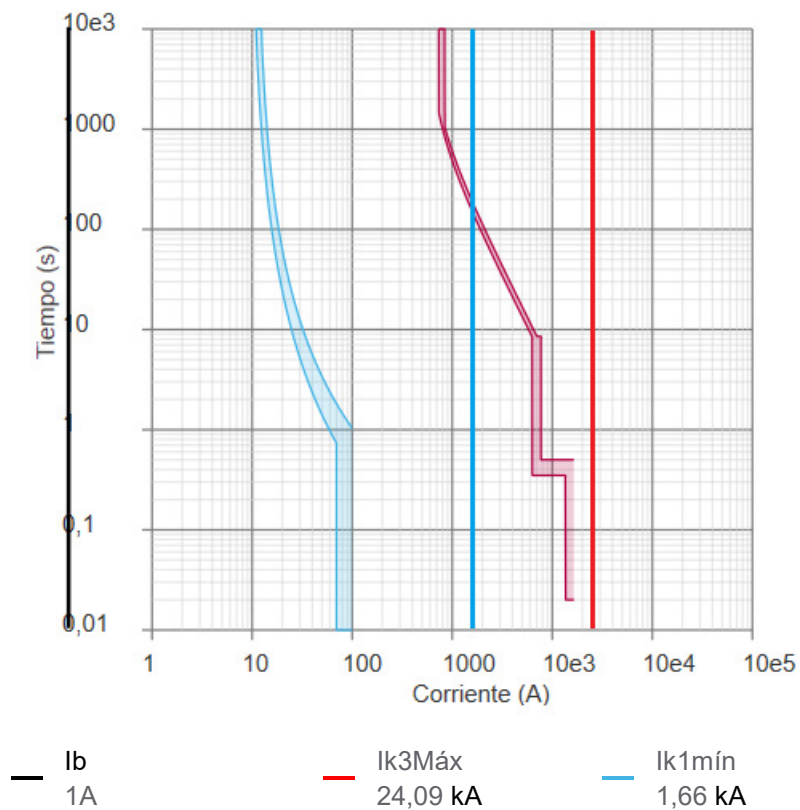
	QA 95	QA 0
Gama	Acti9 Reflex iC60	Masterpact MTZ1
Tecnología Designación / fusible	Reflex iC60H	MTZ1 10H1
Disyuntor / fusible del circuito	10	1000
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.0 X
Viaje de los aparatos	10	1000
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	700 (ajuste : 0,7)
Tr (s)	0	24
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	85	7000 (ajuste : 10)
Tsd (s)	0	0,4

Diagrama de selectividad para QA 96 y QA 0 en Normal modo de explotación

QA 96 : Reflex iC60H - C - 10 A

QA 0 : MTZ1 10H1 - Micrologic 5.0 X - 1000 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



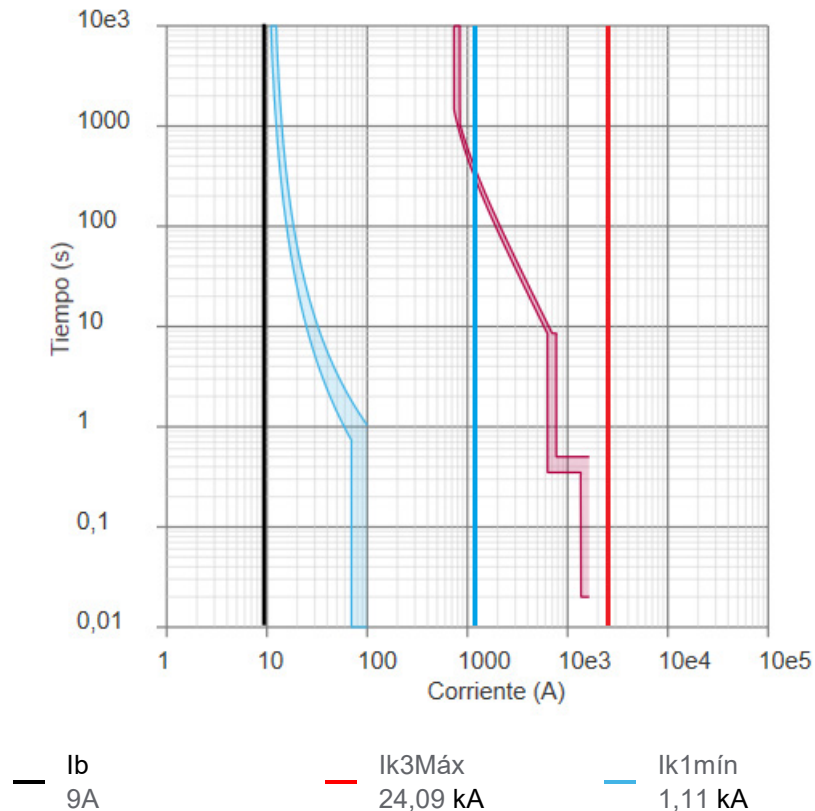
	QA 96	QA 0
Gama	Acti9 Reflex iC60	Masterpact MTZ1
Tecnología Designación / fusible	Reflex iC60H	MTZ1 10H1
Disyuntor / fusible del circuito	10	1000
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.0 X
Viaje de los aparatos	10	1000
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	700 (ajuste : 0,7)
Tr (s)	0	24
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	85	7000 (ajuste : 10)
Tsd (s)	0	0,4

Diagrama de selectividad para QA 97 y QA 0 en Normal modo de explotación

QA 97 : Reflex iC60H - C - 10 A

QA 0 : MTZ1 10H1 - Micrologic 5.0 X - 1000 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



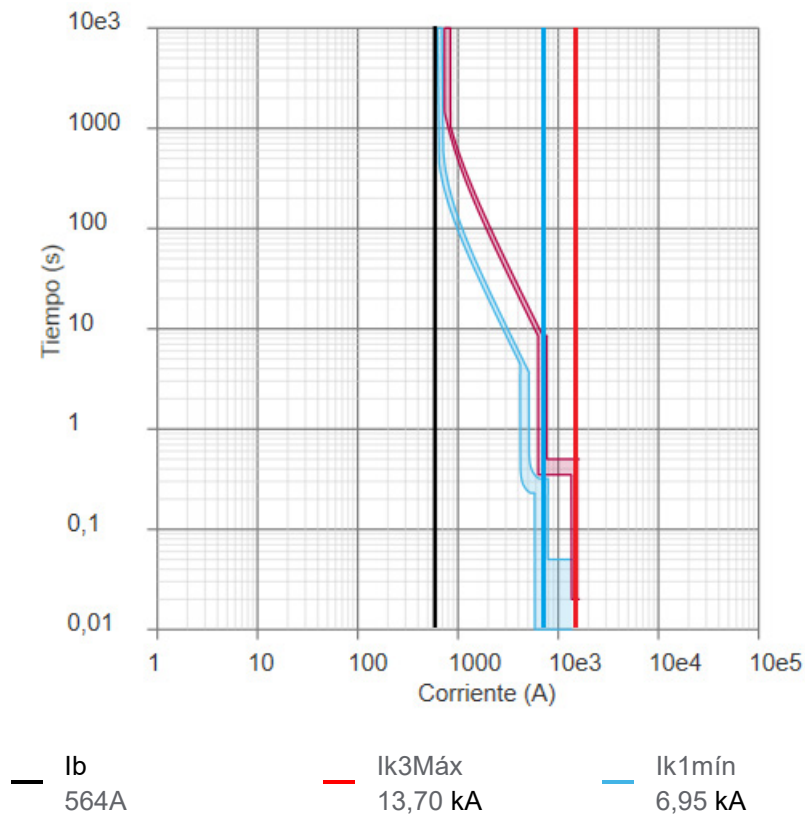
	QA 97	QA 0
Gama	Acti9 Reflex iC60	Masterpact MTZ1
Tecnología Designación / fusible	Reflex iC60H	MTZ1 10H1
Disyuntor / fusible del circuito	10	1000
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.0 X
Viaje de los aparatos	10	1000
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	700 (ajuste : 0,7)
Tr (s)	0	24
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	85	7000 (ajuste : 10)
Tsd (s)	0	0,4

Diagrama de selectividad para QA 1 y QA 0 en Normal modo de explotación

QA 1 : NSX630N - Micrologic 5.3 E - 650 A

QA 0 : MTZ1 10H1 - Micrologic 5.0 X - 1000 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



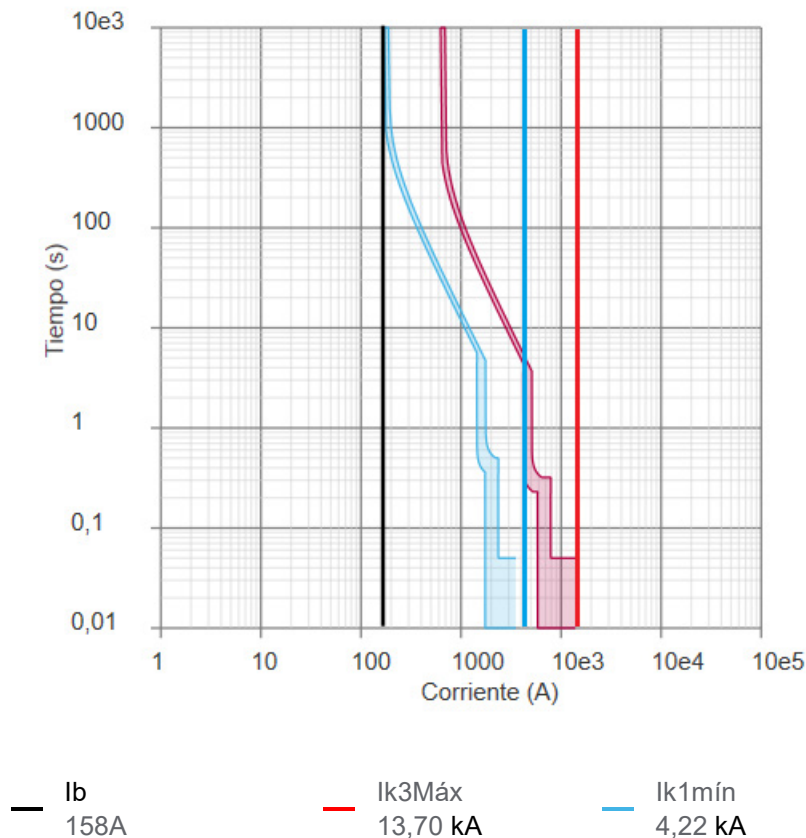
	QA 1	QA 0
Gama	Compact NSX	Masterpact MTZ1
Tecnología Designación / fusible	NSX630N	MTZ1 10H1
Disyuntor / fusible del circuito	630	1000
Unidad de disparo	Micrologic 5.3 E	Micrologic 5.0 X
Viaje de los aparatos	630	1000
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	580	700 (ajuste : 0,7)
Tr (s)	8	24
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	4640	7000 (ajuste : 10)
Tsd (s)	0,3	0,4

Diagrama de selectividad para QA 8 y QA 1 en Normal modo de explotación

QA 8 : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

QA 1 : NSX630N - Micrologic 5.3 E - 630 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



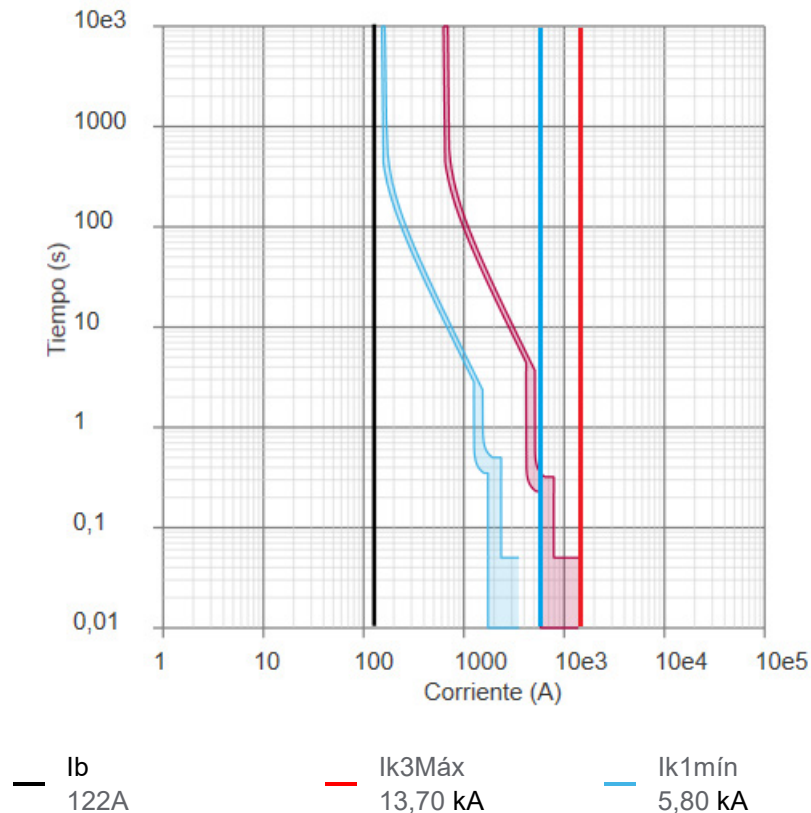
	QA 8	QA 1
Gama	Compact NSX	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	NSX160F	NSX630N
Disyuntor / fusible del circuito	160	630
Unidad de disparo	Micrologic 5.2 E	Micrologic 5.3 E
Viaje de los aparatos	160	630
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	160	580
Tr (s)	16	8
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	1600	4640
Tsd (s)	0,4	0,3

Diagrama de selectividad para QA 9 y QA 1 en Normal modo de explotación

QA 9 : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

QA 1 : NSX630N - Micrologic 5.3 E - 630 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



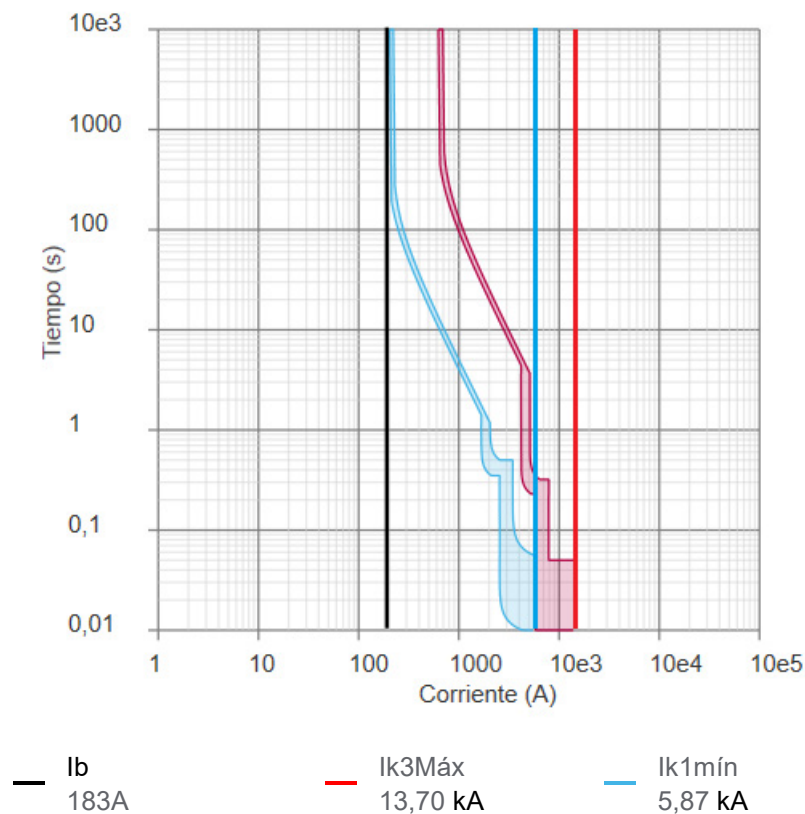
	QA 9	QA 1
Gama	Compact NSX	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	NSX160F	NSX630N
Disyuntor / fusible del circuito	160	630
Unidad de disparo	Micrologic 5.2 E	Micrologic 5.3 E
Viaje de los aparatos	160	630
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	140	580
Tr (s)	8	8
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	1400	4640
Tsd (s)	0,4	0,3

Diagrama de selectividad para QA 10 y QA 1 en Normal modo de explotación

QA 10 : NSX250F - Micrologic 5.2 E - 250 A

QA 1 : NSX630N - Micrologic 5.3 E - 630 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



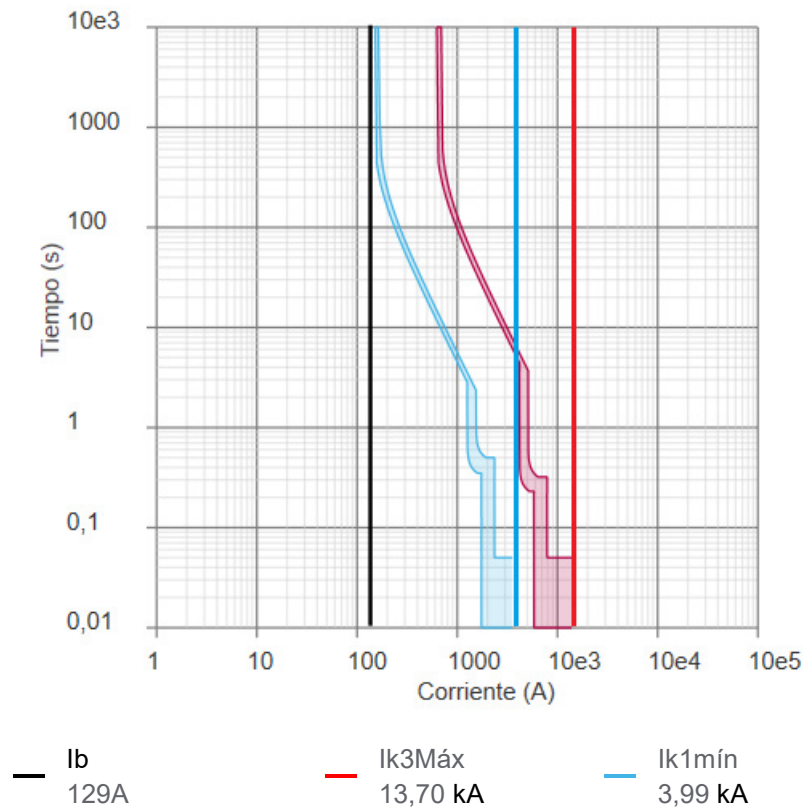
	QA 10	QA 1
Gama	Compact NSX	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	NSX250F	NSX630N
Disyuntor / fusible del circuito	250	630
Unidad de disparo	Micrologic 5.2 E	Micrologic 5.3 E
Viaje de los aparatos	250	630
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	186	580
Tr (s)	4	8
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	1860	4640
Tsd (s)	0,4	0,3

Diagrama de selectividad para QA 11 y QA 1 en Normal modo de explotación

QA 11 : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

QA 1 : NSX630N - Micrologic 5.3 E - 630 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



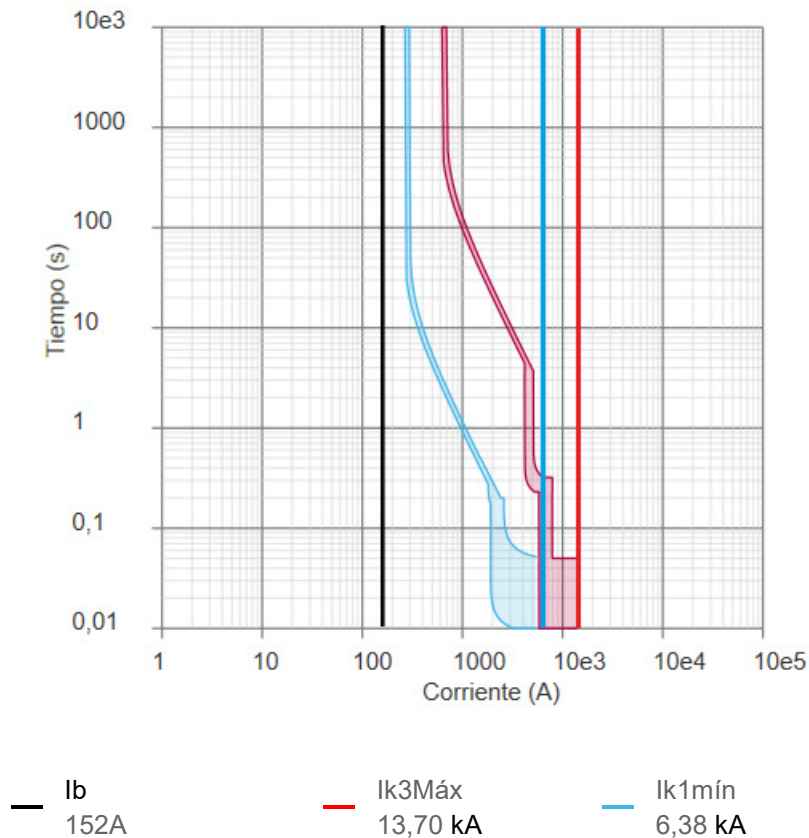
	QA 11	QA 1
Gama	Compact NSX	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	NSX160F	NSX630N
Disyuntor / fusible del circuito	160	630
Unidad de disparo	Micrologic 5.2 E	Micrologic 5.3 E
Viaje de los aparatos	160	630
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	140	580
Tr (s)	8	8
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	1400	4640
T _{sd} (s)	0,4	0,3

Diagrama de selectividad para QA 73bis y QA 1 en Normal modo de explotación

QA 73bis : NSX250F - Micrologic 5.2 E - 250 A

QA 1 : NSX630N - Micrologic 5.3 E - 630 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



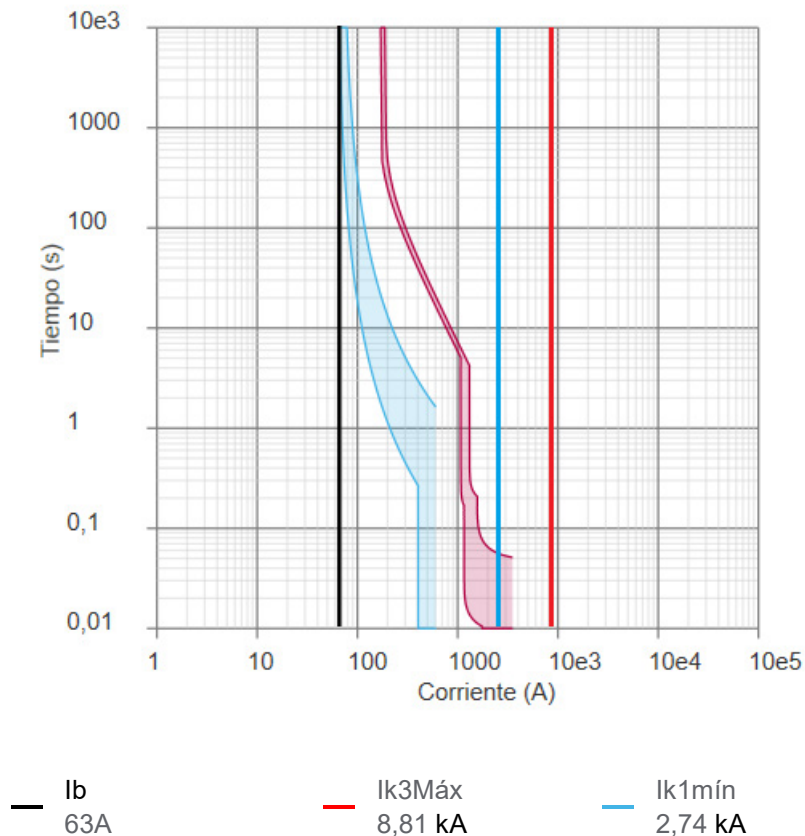
	QA 73bis	QA 1
Gama	Compact NSX	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	NSX250F	NSX630N
Disyuntor / fusible del circuito	250	630
Unidad de disparo	Micrologic 5.2 E	Micrologic 5.3 E
Viaje de los aparatos	250	630
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	250	580
Tr (s)	0,5	8
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	2000	4640
Tsd (s)	0,2	0,3

Diagrama de selectividad para QA 65 y QA 8bis en Normal modo de explotación

QA 65 : iC60N - C - 63 A

QA 8bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



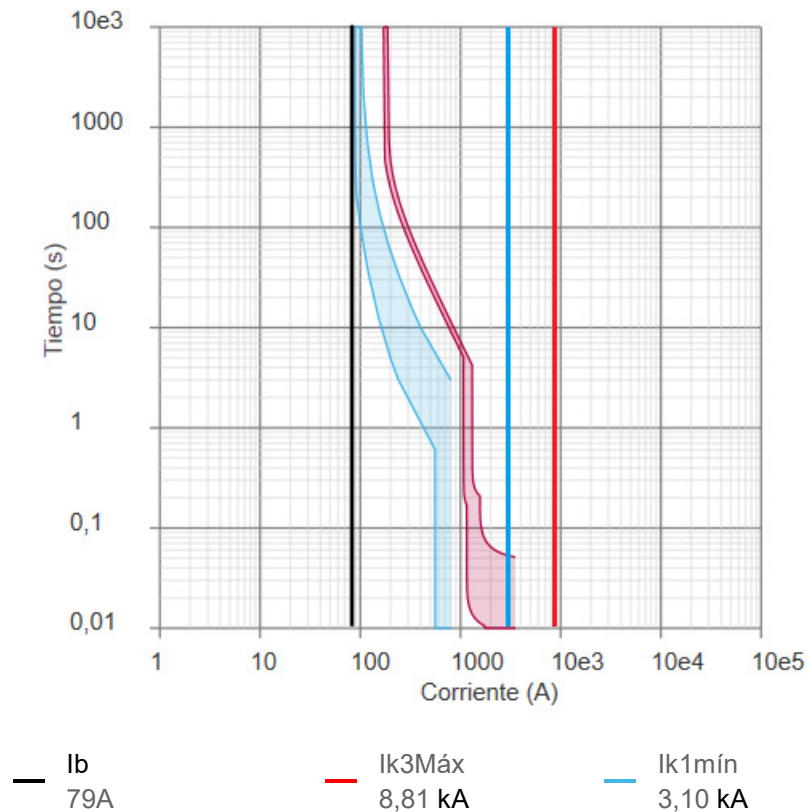
	QA 65	QA 8bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	63	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	63	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	63	159
Tr (s)	0	8
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	504	1192
Tsd (s)	0	0,2

Diagrama de selectividad para QA 66 y QA 8bis en Normal modo de explotación

QA 66 : iC60N - C - 80 A

QA 8bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



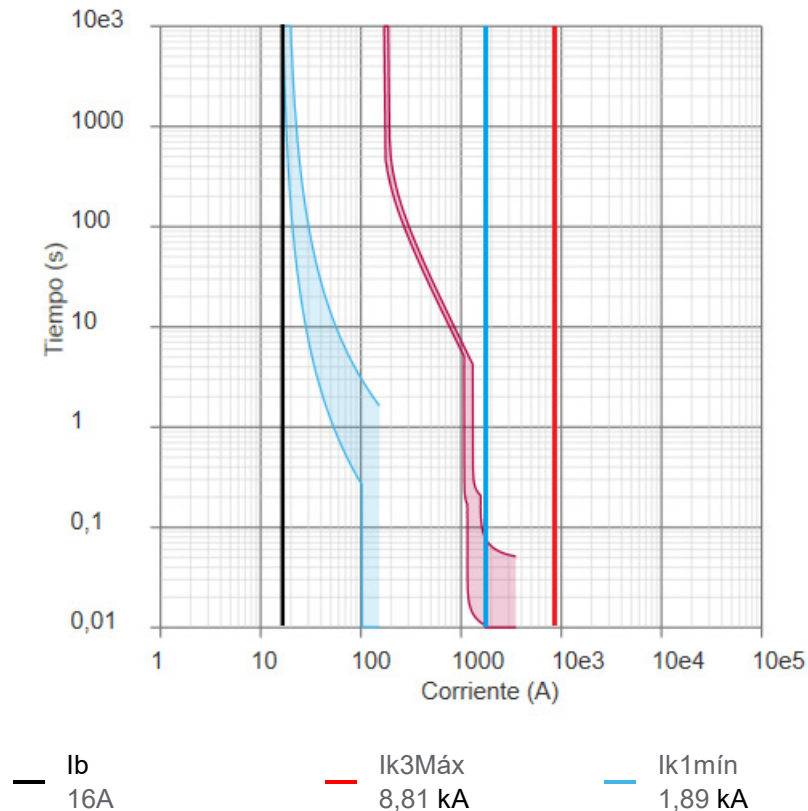
	QA 66	QA 8bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	80	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	80	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	80	159
Tr (s)	0	8
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	680	1192
T _{sd} (s)	0	0,2

Diagrama de selectividad para QA 67 y QA 8bis en Normal modo de explotación

QA 67 : iC60N - C - 16 A

QA 8bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



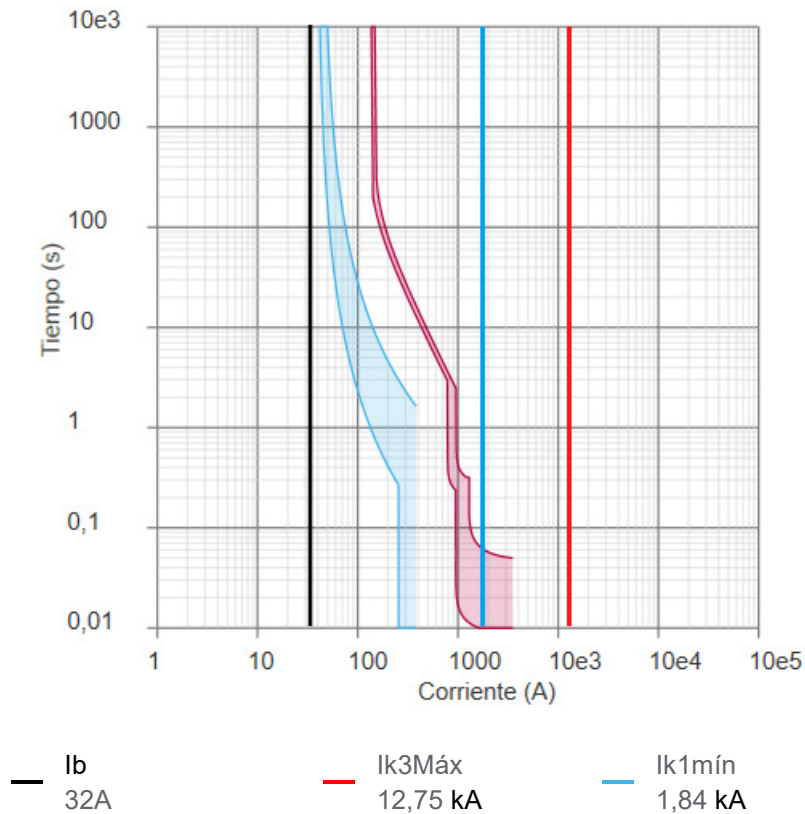
	QA 67	QA 8bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	16	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	16	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	16	159
Tr (s)	0	8
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	128	1192
Tsd (s)	0	0,2

Diagrama de selectividad para QA 68 y QA 9bis en Normal modo de explotación

QA 68 : iC60H - C - 40 A

QA 9bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



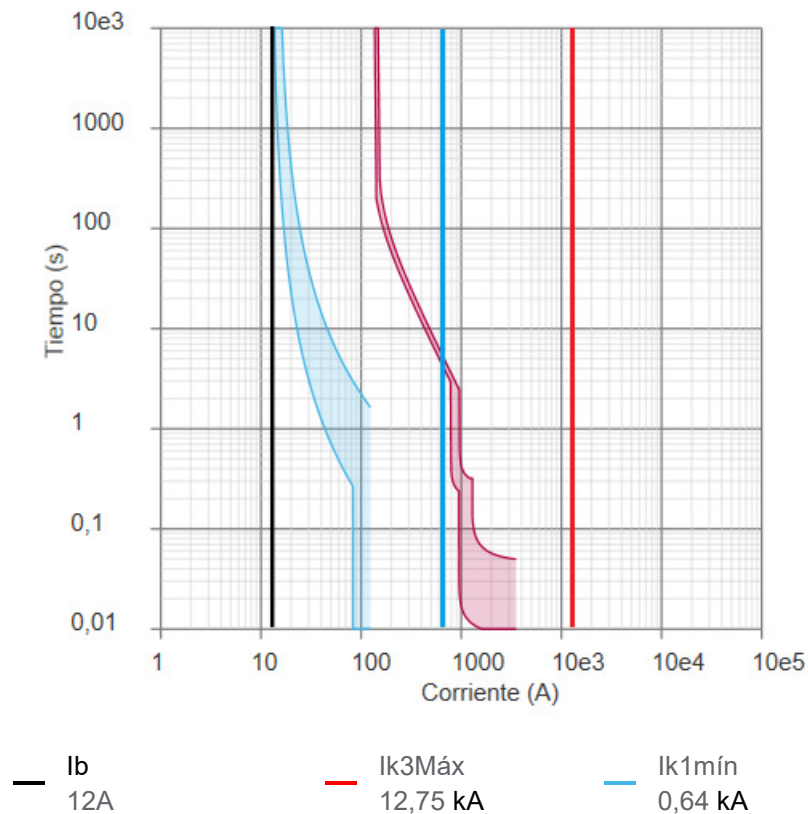
	QA 68	QA 9bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	40	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	40	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	40	125
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	320	875
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 69 y QA 9bis en Normal modo de explotación

QA 69 : iC60H - C - 16 A

QA 9bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



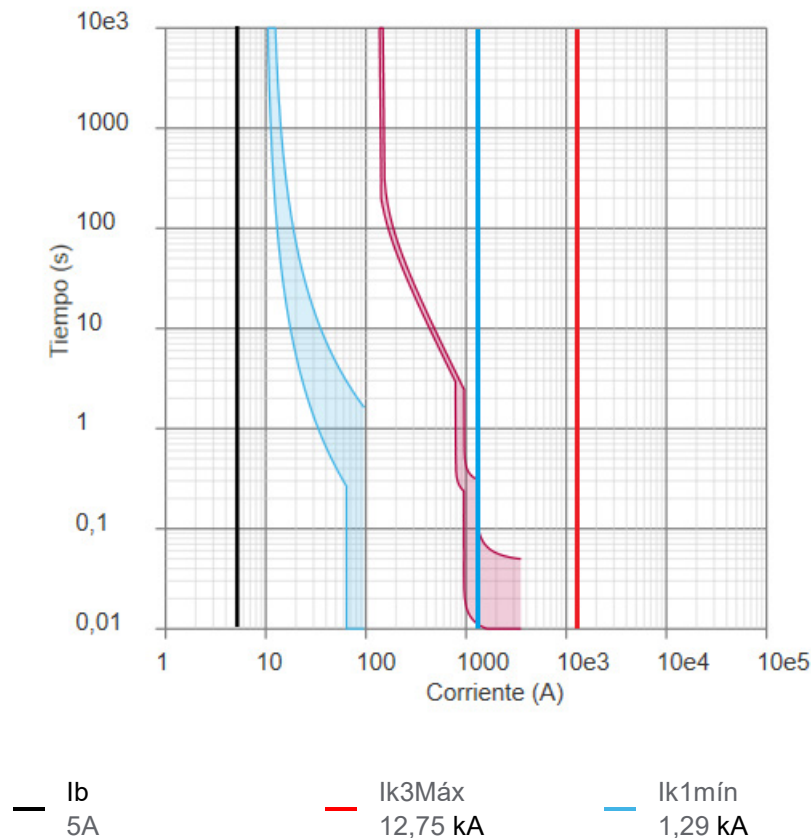
	QA 69	QA 9bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	16	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	16	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	16	125
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	104	875
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 70 y QA 9bis en Normal modo de explotación

QA 70 : iC60H - C - 10 A

QA 9bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



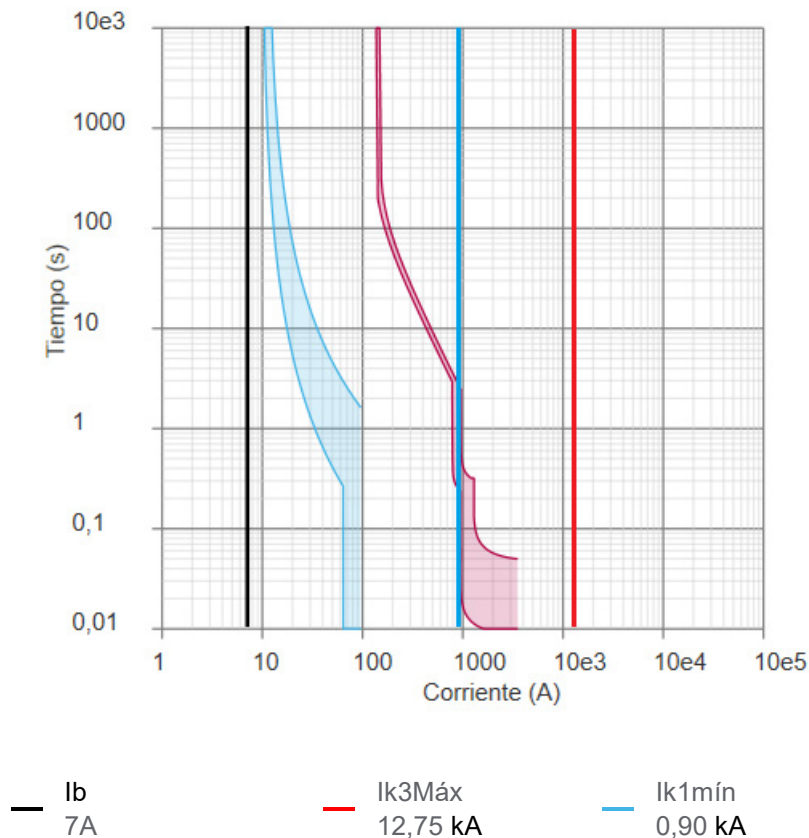
	QA 70	QA 9bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	125
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	80	875
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 71 y QA 9bis en Normal modo de explotación

QA 71 : iC60H - C - 10 A

QA 9bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



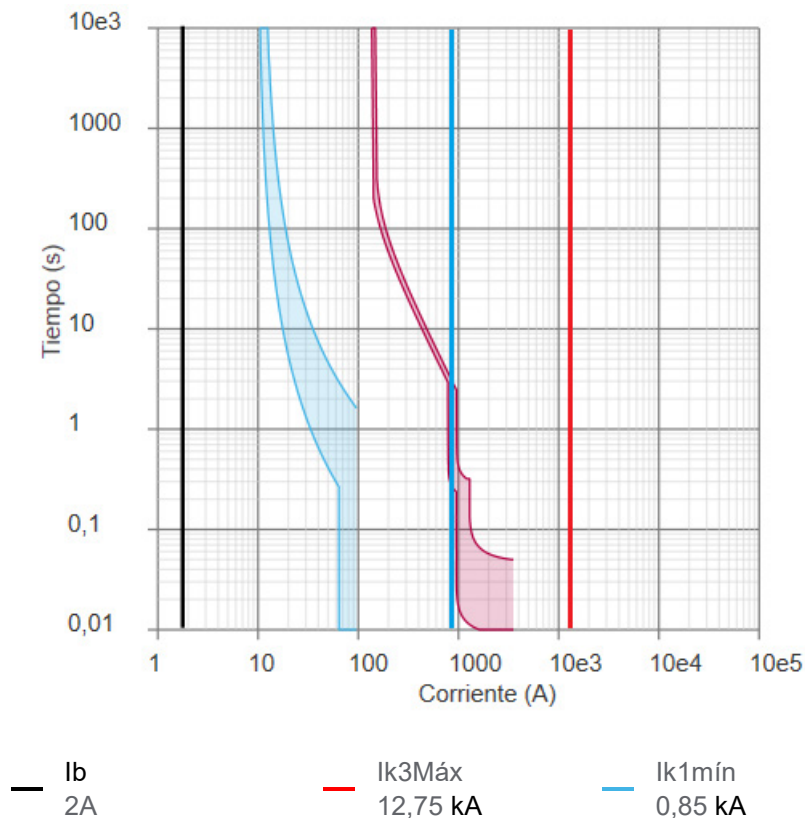
	QA 71	QA 9bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	125
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	80	875
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 72 y QA 9bis en Normal modo de explotación

QA 72 : iC60H - C - 10 A

QA 9bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



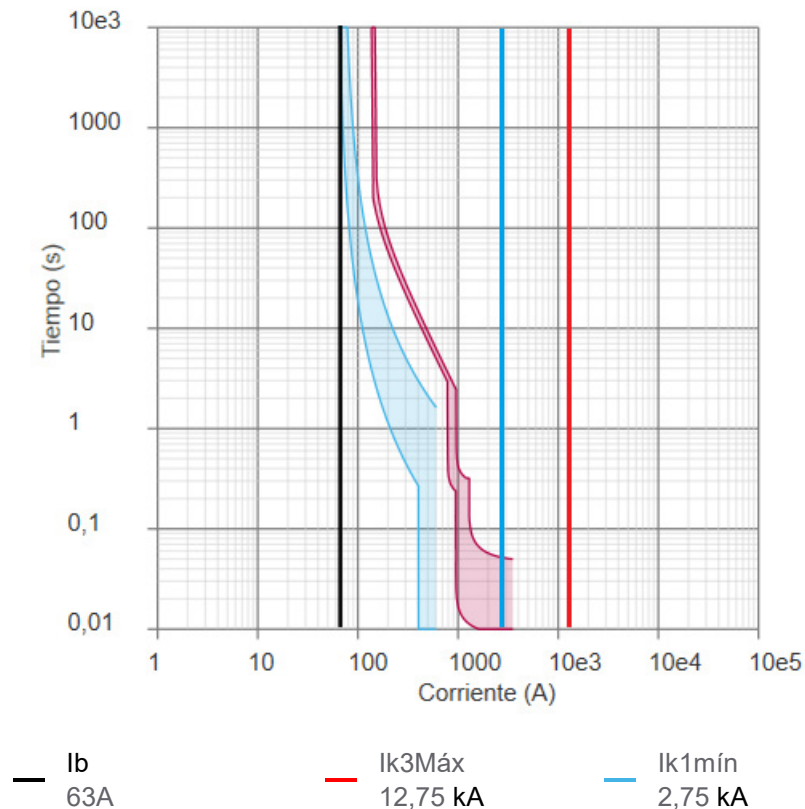
	QA 72	QA 9bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	125
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	80	875
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 73 y QA 9bis en Normal modo de explotación

QA 73 : iC60H - C - 63 A

QA 9bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



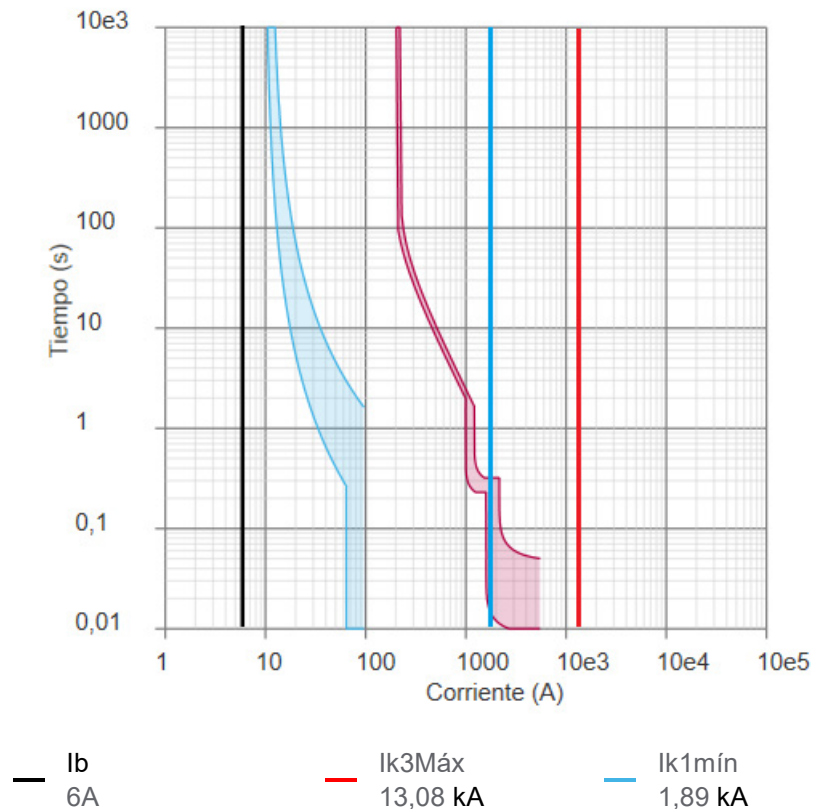
	QA 73	QA 9bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	63	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	63	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	63	125
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	504	875
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 74 y QA 10bis en Normal modo de explotación

QA 74 : iC60H - C - 10 A

QA 10bis : NSX250F - Micrologic 5.2 E - 250 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



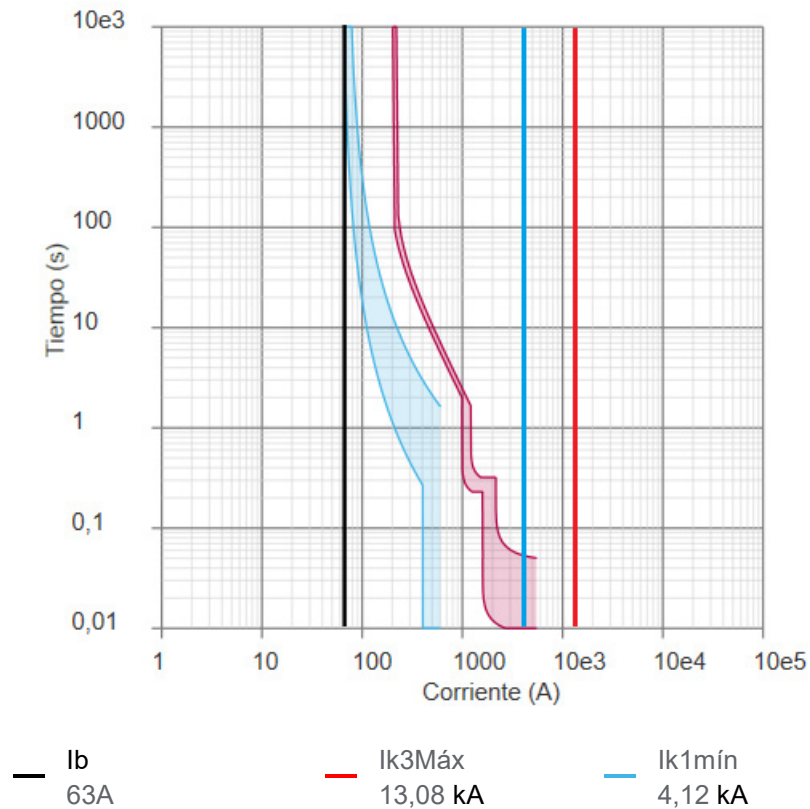
	QA 74	QA 10bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX250F
Disyuntor / fusible del circuito	10	250
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	250
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	184
Tr (s)	0	2
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	80	1104
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 75 y QA 10bis en Normal modo de explotación

QA 75 : iC60H - C - 63 A

QA 10bis : NSX250F - Micrologic 5.2 E - 250 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



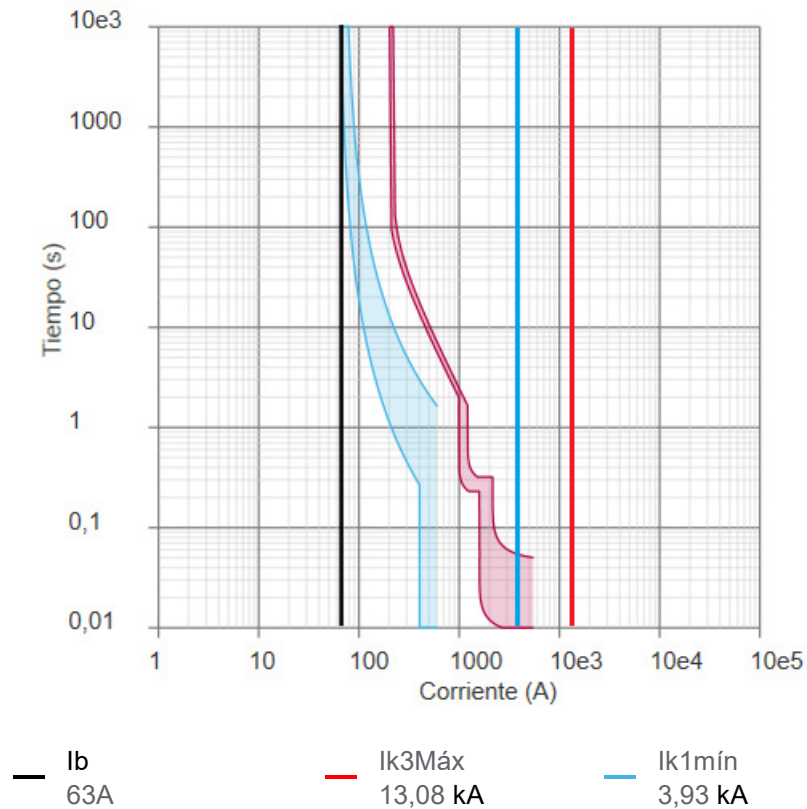
	QA 75	QA 10bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX250F
Disyuntor / fusible del circuito	63	250
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	63	250
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	63	184
Tr (s)	0	2
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	504	1104
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 76 y QA 10bis en Normal modo de explotación

QA 76 : iC60H - C - 63 A

QA 10bis : NSX250F - Micrologic 5.2 E - 250 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



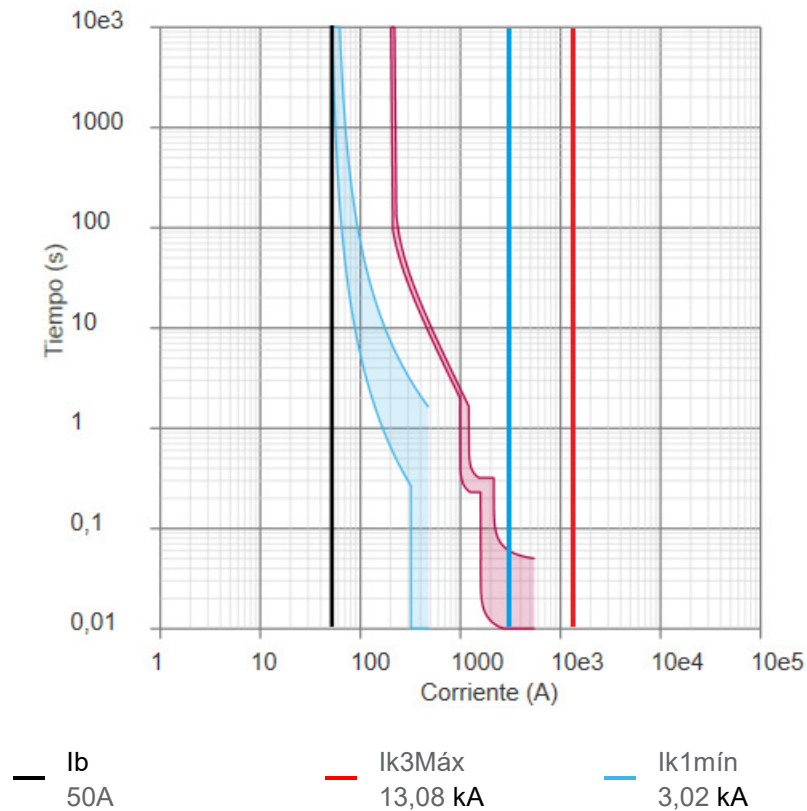
	QA 76	QA 10bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX250F
Disyuntor / fusible del circuito	63	250
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	63	250
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	63	184
Tr (s)	0	2
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	504	1104
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 77 y QA 10bis en Normal modo de explotación

QA 77 : iC60H - C - 50 A

QA 10bis : NSX250F - Micrologic 5.2 E - 250 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



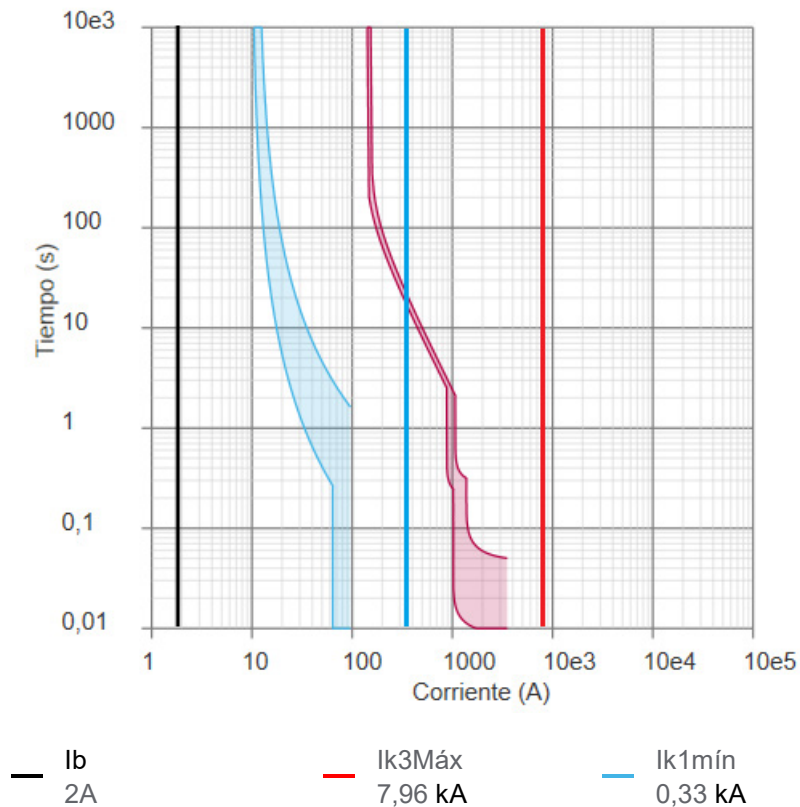
	QA 77	QA 10bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60H	NSX250F
Disyuntor / fusible del circuito	50	250
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	50	250
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	50	184
Tr (s)	0	2
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	400	1104
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 78 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 78 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



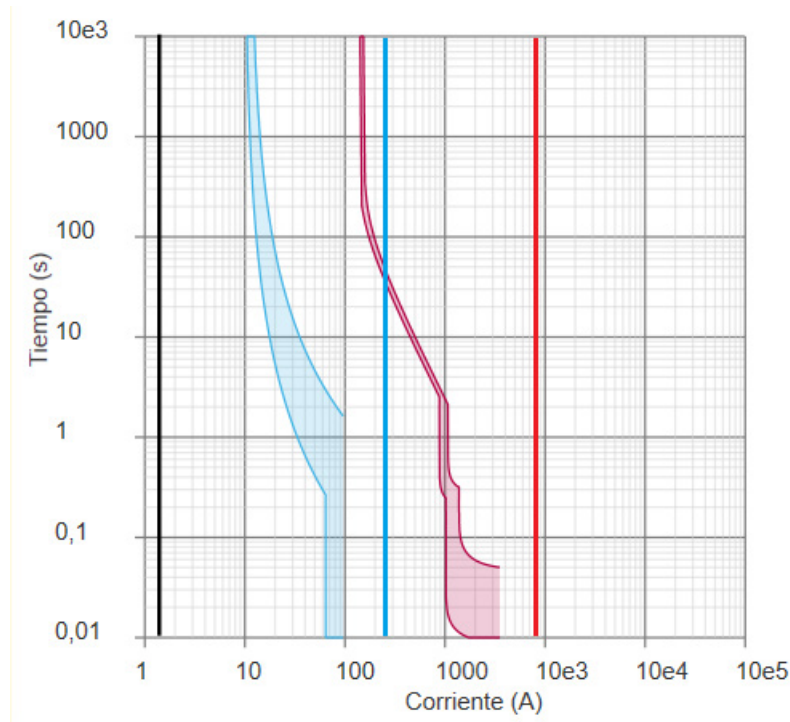
	QA 78	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	80	975
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 79 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 79 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



— Ib
1 A

— Ik3Máx
7,96 kA

— Ik1mín
0,25 kA

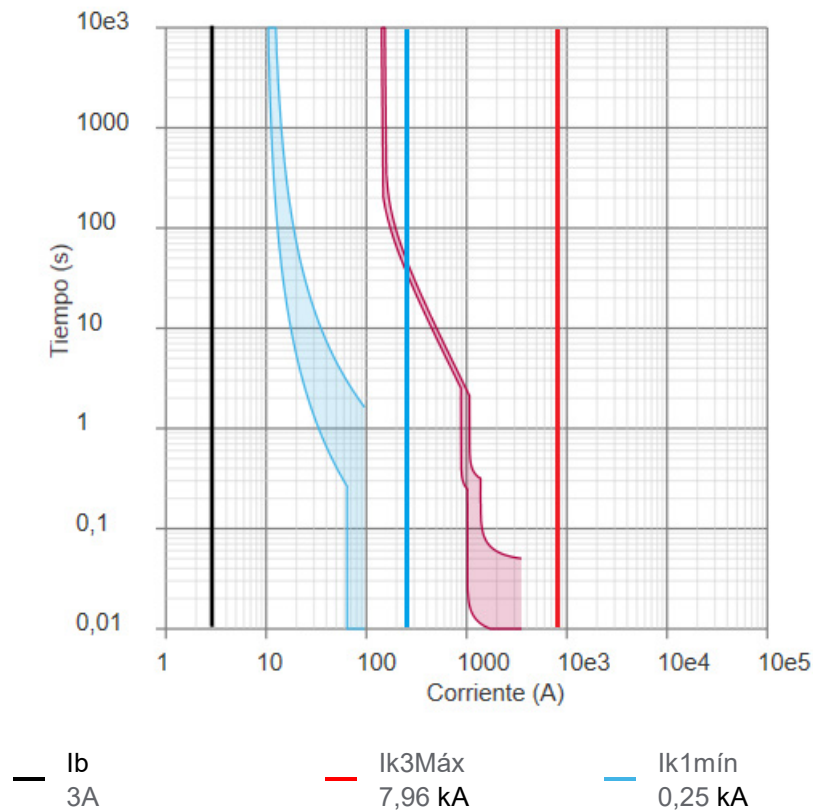
	QA 79	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	80	975
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 80 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 80 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



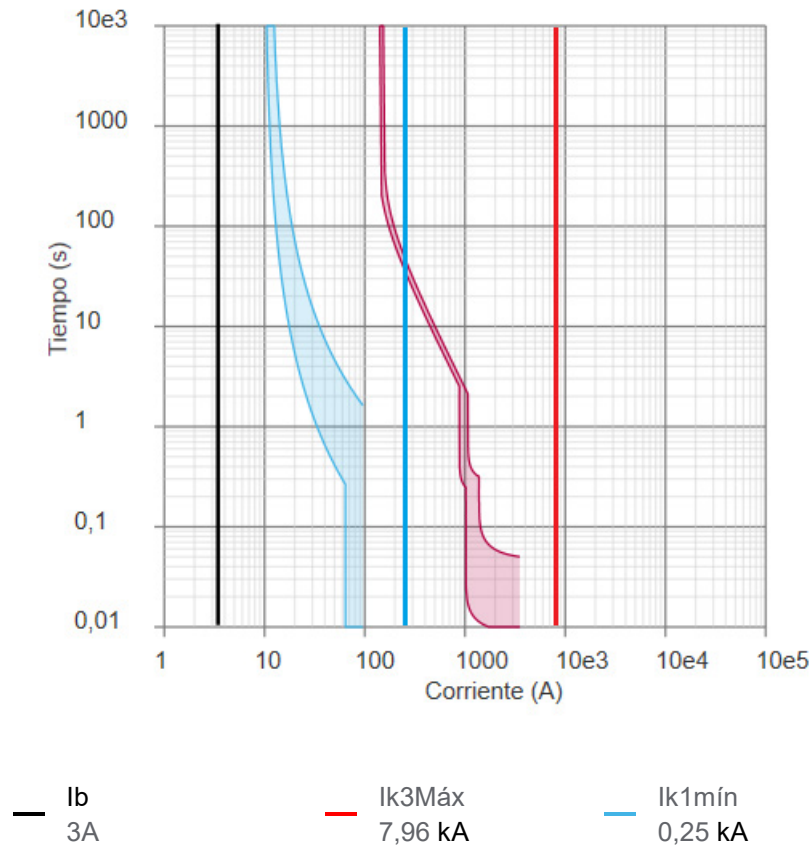
	QA 80	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	80	975
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 81 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 81 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



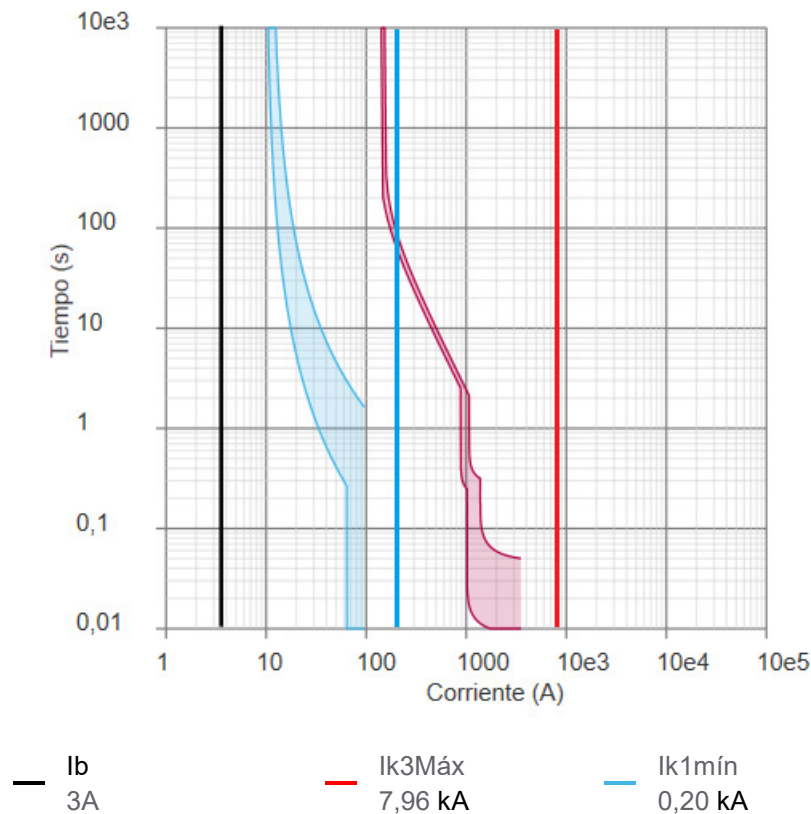
	QA 81	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	80	975
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 82 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 82 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



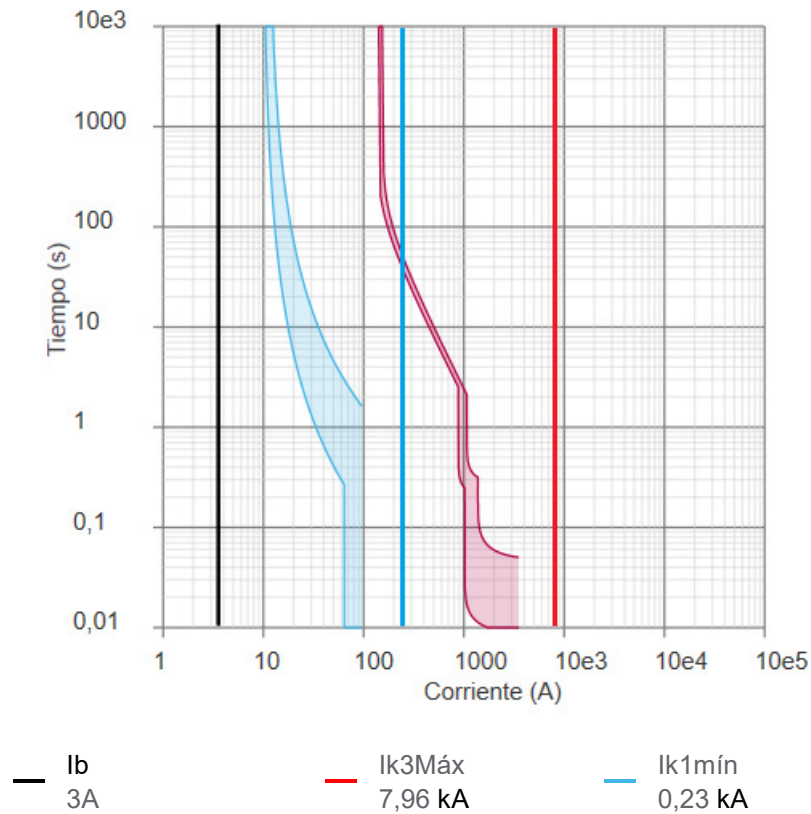
	QA 82	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	80	975
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 83 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 83 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



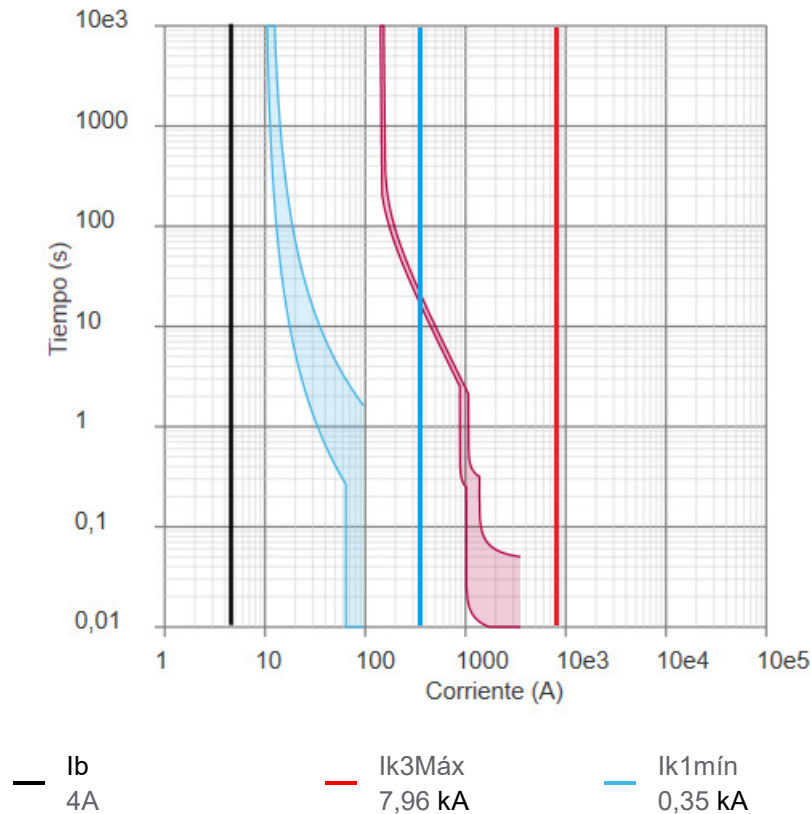
	QA 83	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	80	975
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 84 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 84 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



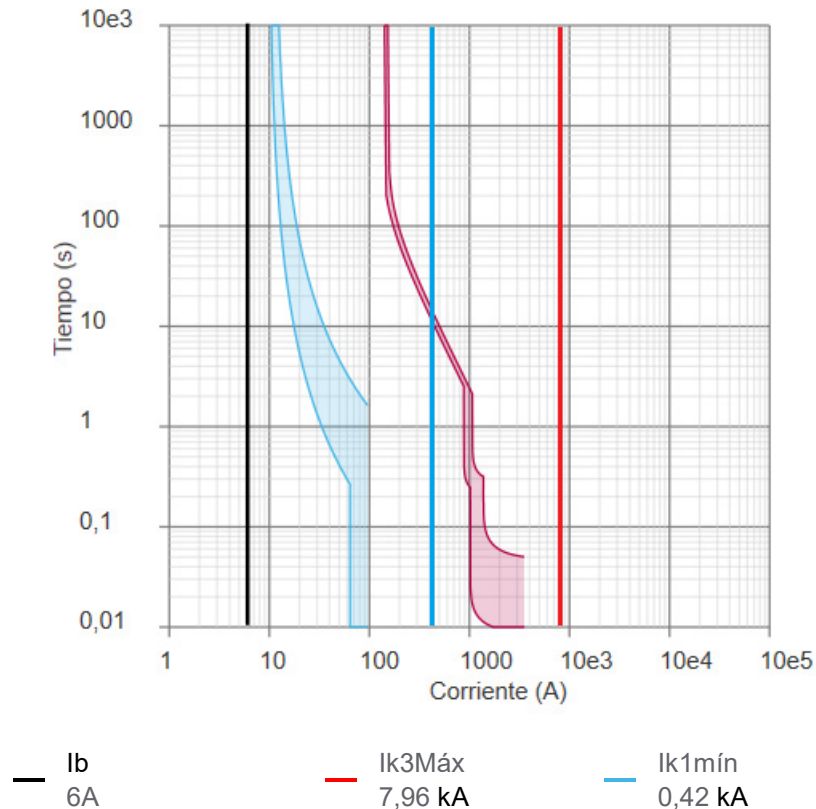
	QA 84	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	80	975
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 85 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 85 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



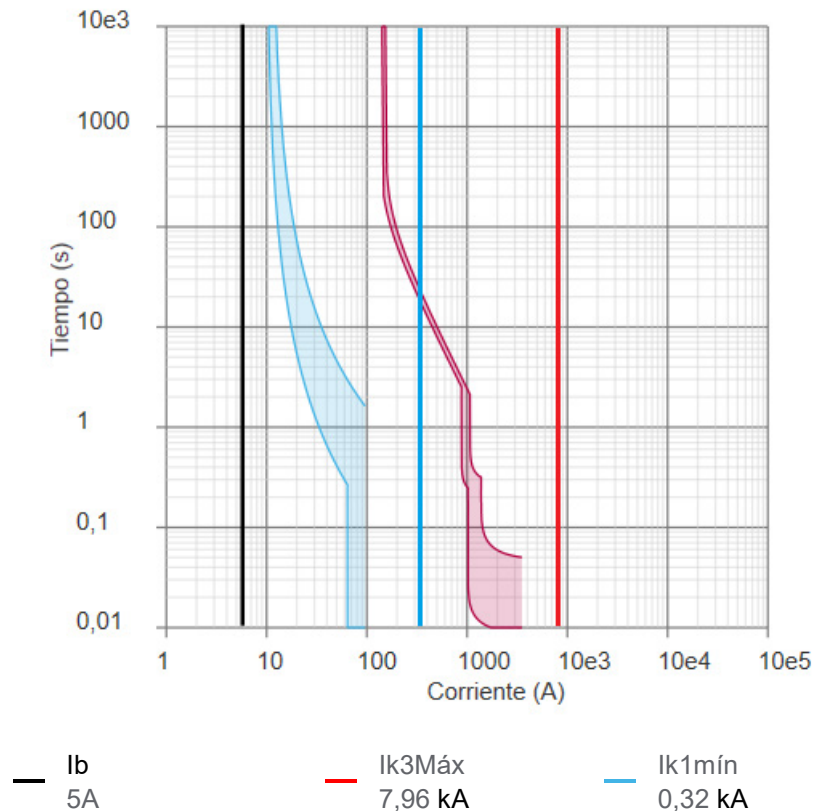
	QA 85	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	80	975
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 86 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 86 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



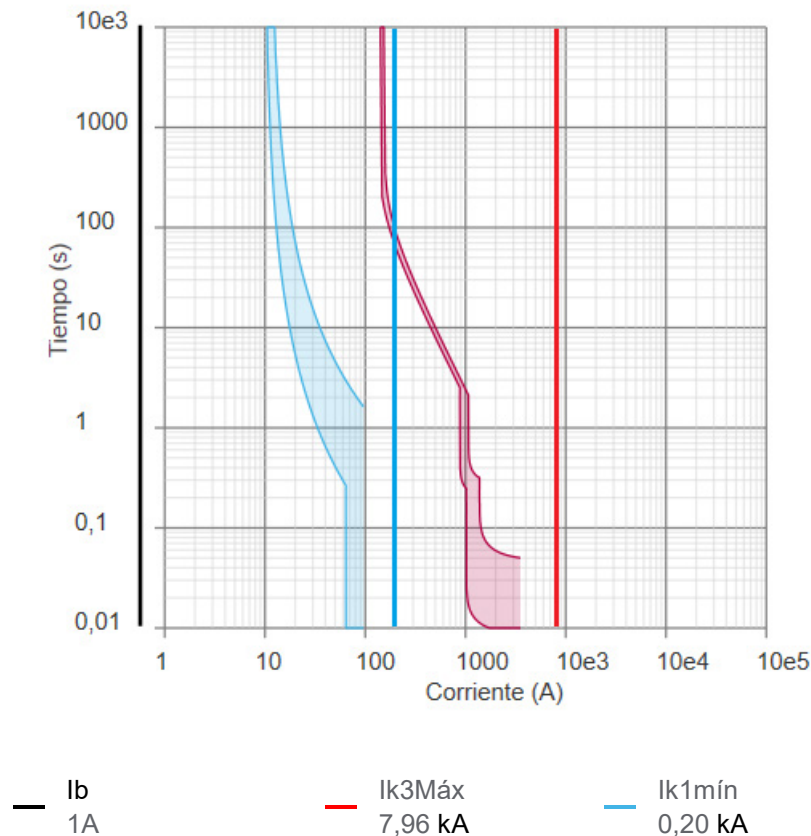
	QA 86	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	80	975
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 87 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 87 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



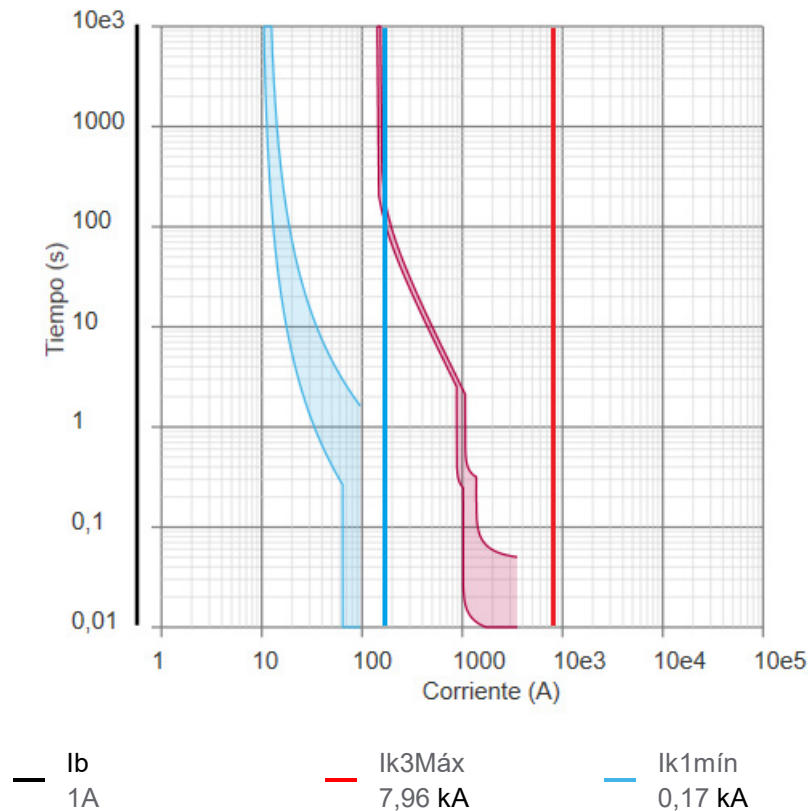
	QA 87	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	80	975
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 88 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 88 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



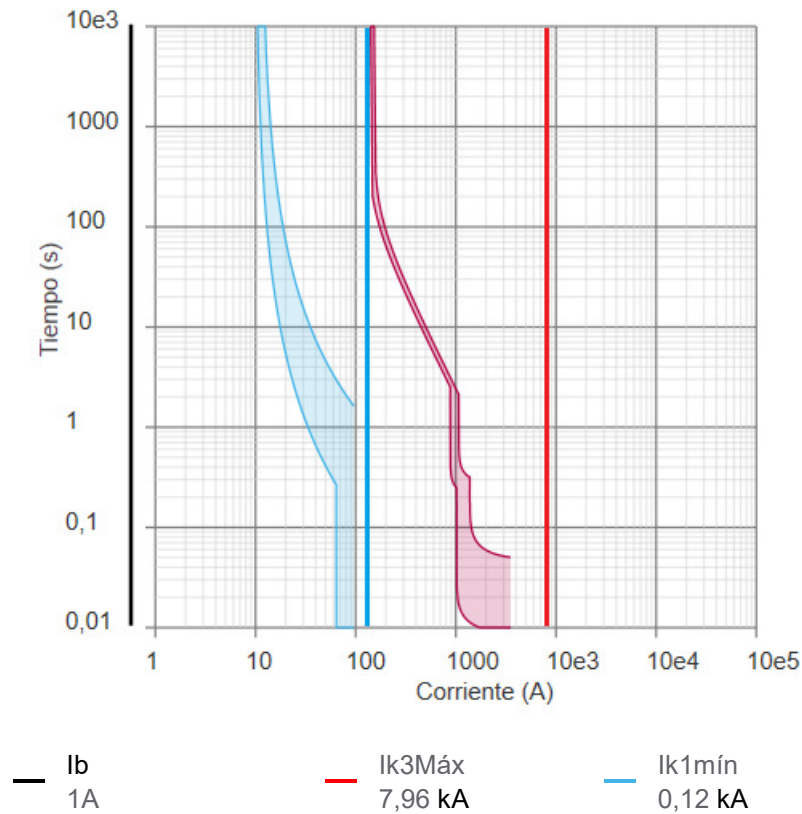
	QA 88	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	80	975
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 89 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 89 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



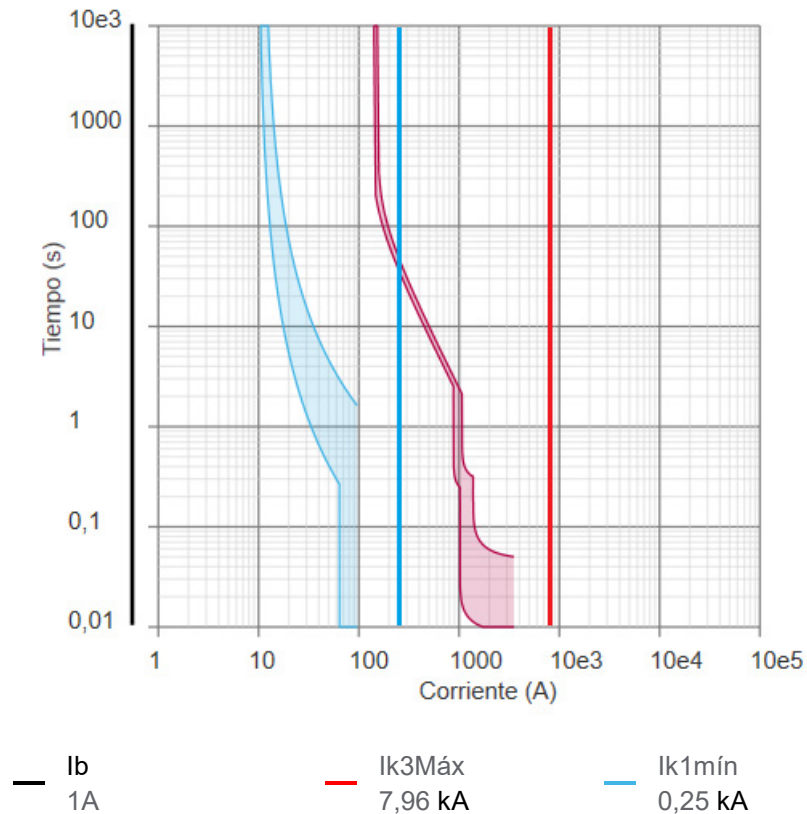
	QA 89	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	80	975
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 90 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 90 : iC60N - C - 10 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



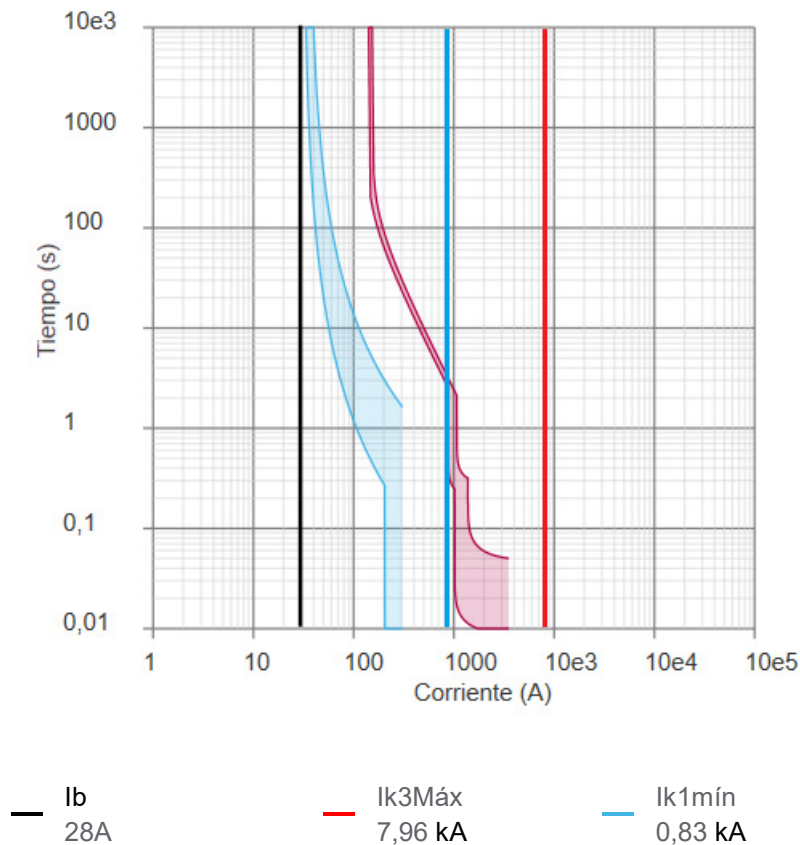
	QA 90	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	10	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	10	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	10	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	80	975
T _{sd} (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 91 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 91 : iC60N - C - 32 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



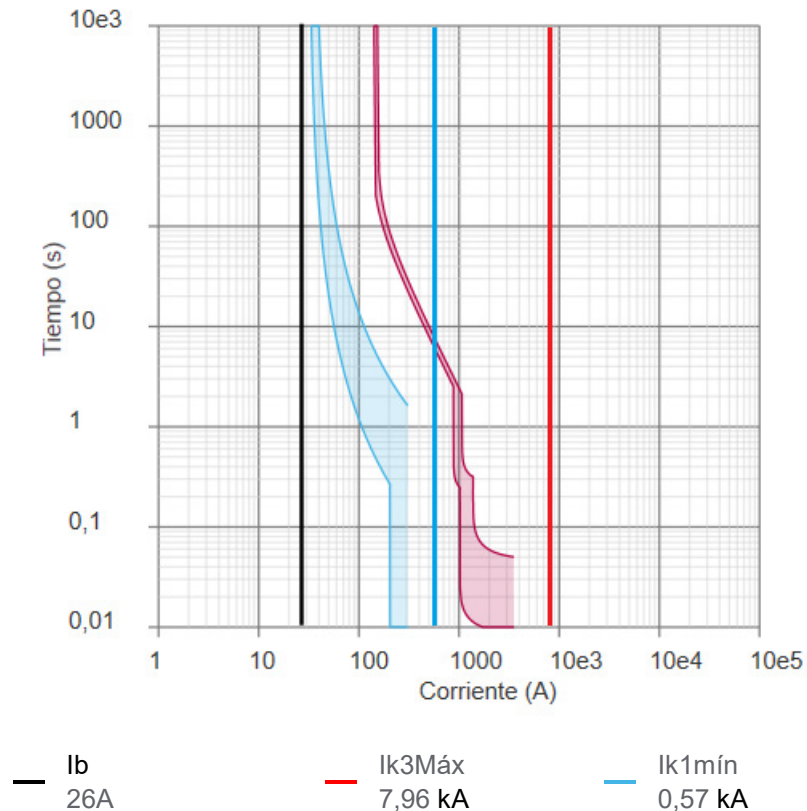
	QA 91	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	32	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	32	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	32	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	256	975
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 92 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 92 : iC60N - C - 32 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



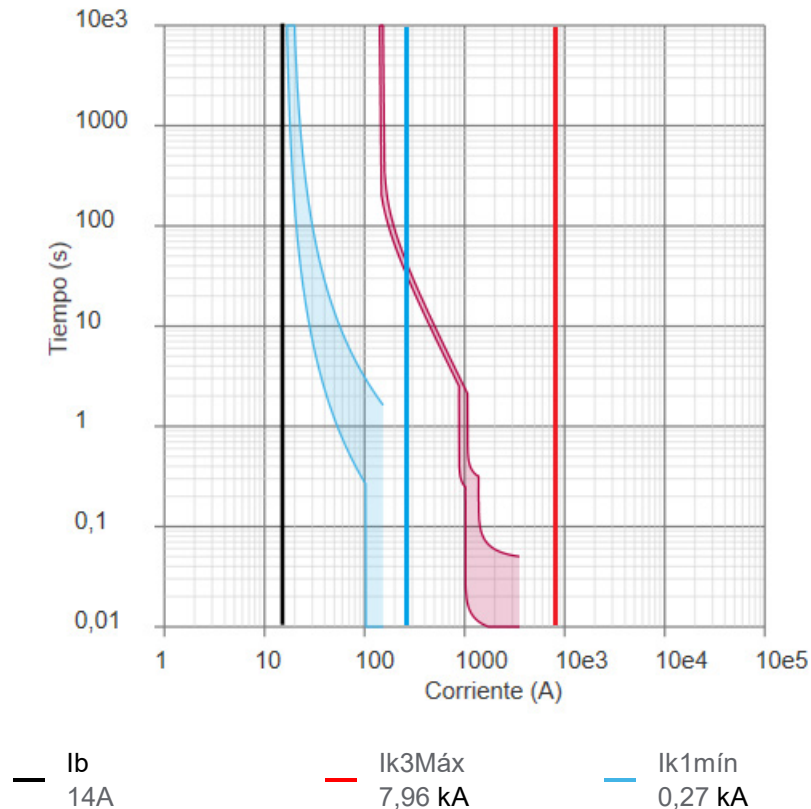
	QA 92	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	32	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	32	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	32	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	256	975
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 93 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 93 : iC60N - C - 16 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



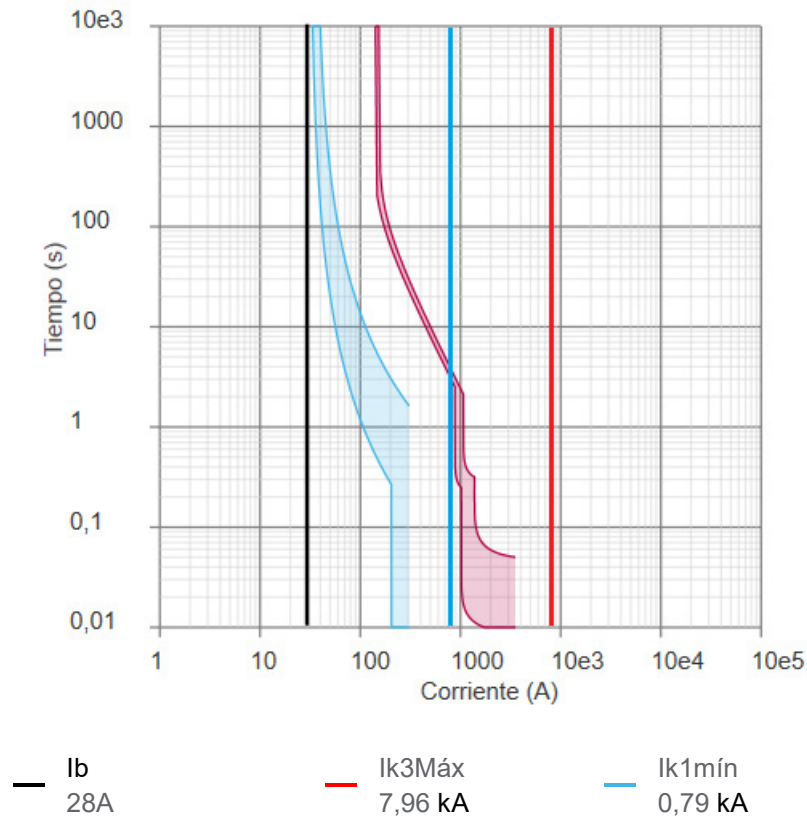
	QA 93	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	16	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	16	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	16	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
Isd (A)	128	975
Tsd (s)	0	0,3

Diagrama de selectividad para QA 94 y QA 11bis en Normal modo de explotación

QA 94 : iC60N - C - 32 A

QA 11bis : NSX160F - Micrologic 5.2 E - 160 A

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



	QA 94	QA 11bis
Gama	iC60	Compact NSX
Tecnología Designación / fusible	iC60N	NSX160F
Disyuntor / fusible del circuito	32	160
Unidad de disparo	C	Micrologic 5.2 E
Viaje de los aparatos	32	160
Ajustes de retardo largo		
Ir (A)	32	130
Tr (s)	0	4
Ajustes de retardo corto		
I _{sd} (A)	256	975
T _{sd} (s)	0	0,3

3.3.4 Resultados obtenidos para los diferenciales

Los resultados del programa para los diferenciales también están basados en el informe técnico Cenelec TR50480, así como en las normas UNE de los criterios de selección vistos en el apartado 1.14.7 de la memoria.

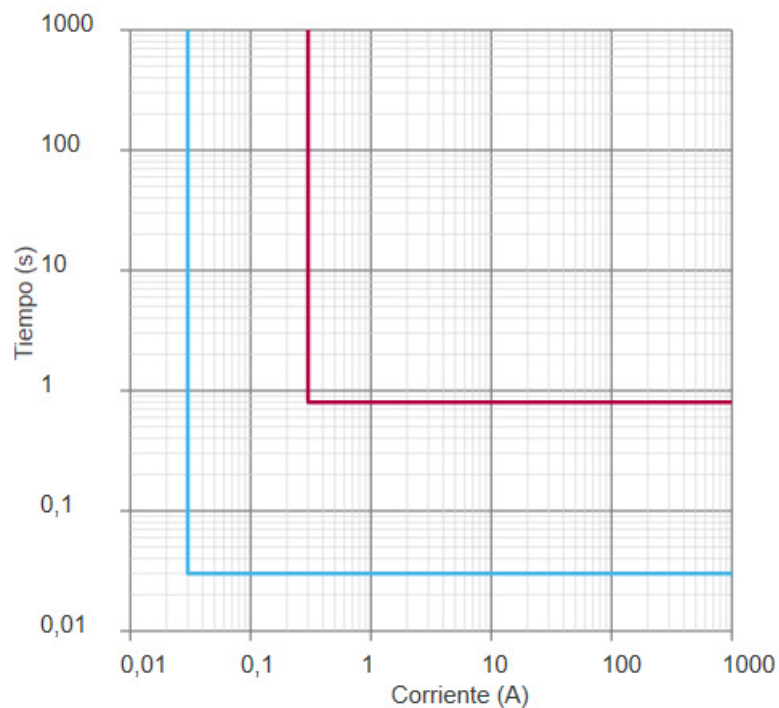
En las siguientes páginas pueden observarse las gráficas de selectividad para estos dispositivos, además de los ajustes hechos a sus parámetros de sensibilidad ($I\Delta n$), temporización (Δt) y tiempo de descanso, en los casos en que eran editables:

Diagrama de la discriminación RCD para QA 95 y QA 0 en el modo de operación Normal

QA 95 : RH99M - AC - 30 mA

QA 0 : Vigi MB - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



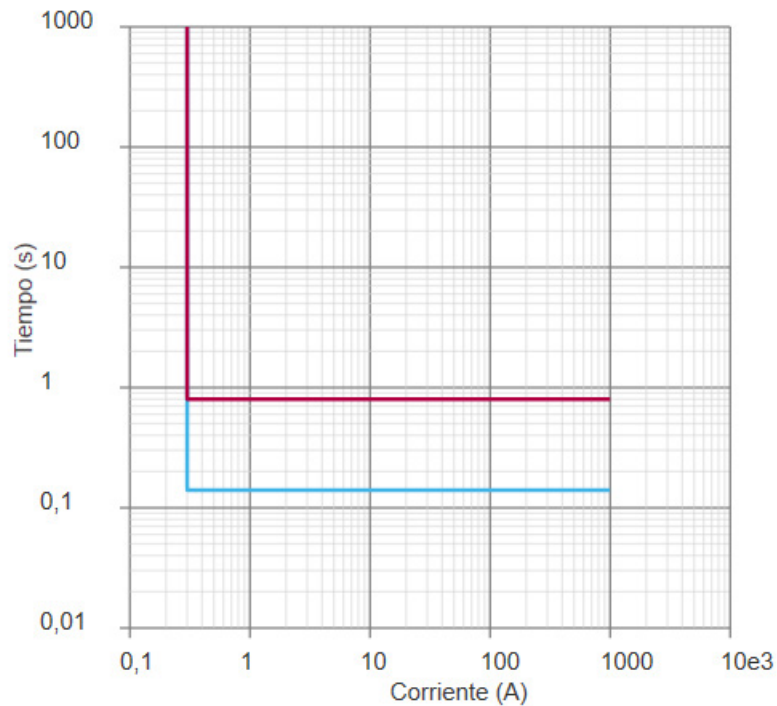
	QA 95	QA 0
Protección diferencial	RH99M	Vigi MB
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,31 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,8 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 8 y QA 0 en el modo de operación Normal

QA 8 : Vigí MH - A - 300 mA

QA 0 : Vigí MB - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad cronométrica](#)



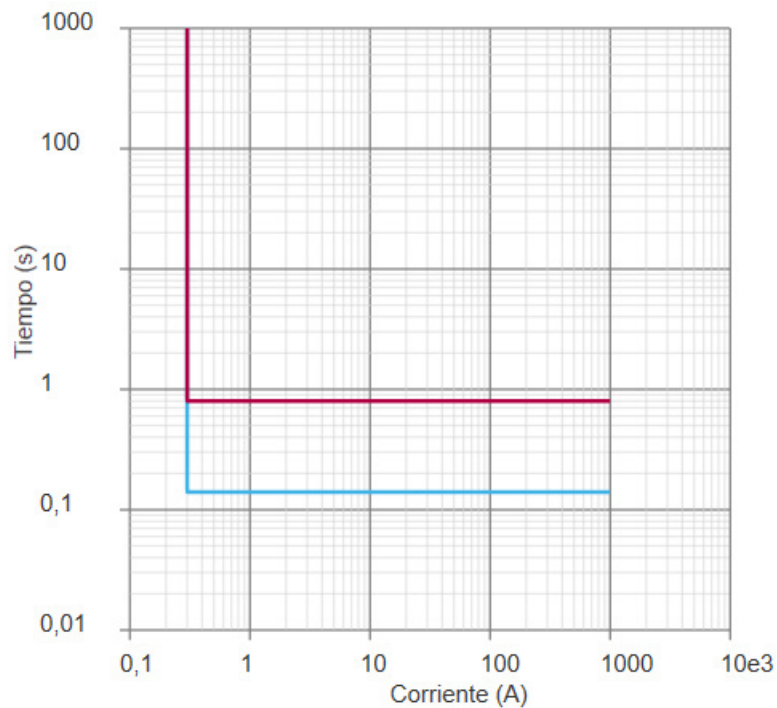
	QA 8	QA 0
Protección diferencial	Vigí MH	Vigí MB
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,3 A	0,3 A
Δt	0,06 s	0,31 s
tiempo de descanso	0,14 s	0,8 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 9 y QA 0 en el modo de operación Normal

QA 9 : Vigi MH - A - 300 mA

QA 0 : Vigi MB - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad cronométrica](#)



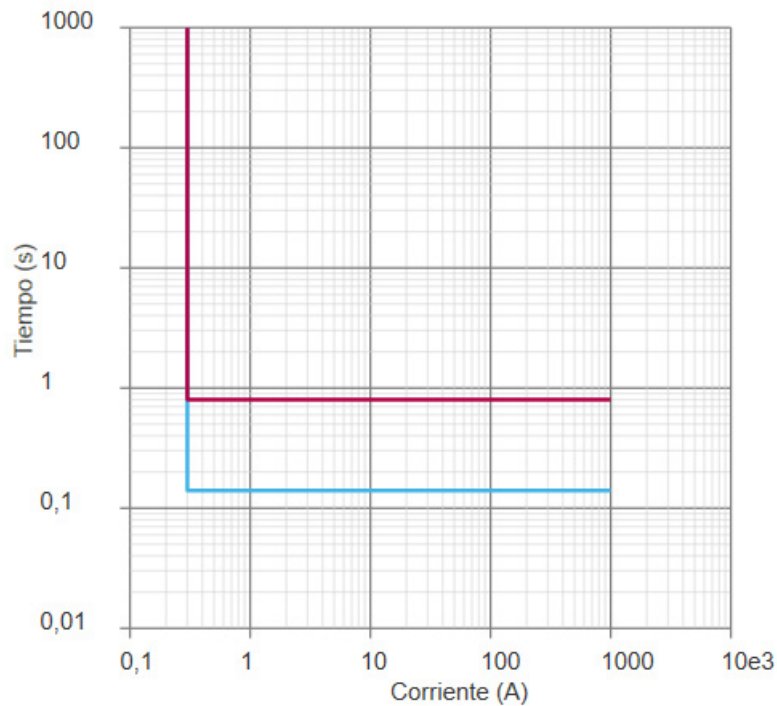
	QA 9	QA 0
Protección diferencial	Vigi MH	Vigi MB
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,3 A	0,3 A
Δt	0,06 s	0,31 s
tiempo de descanso	0,14 s	0,8 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 10 y QA 0 en el modo de operación Normal

QA 10 : Vigí MH - A - 300 mA

QA 0 : Vigí MB - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad cronométrica](#)



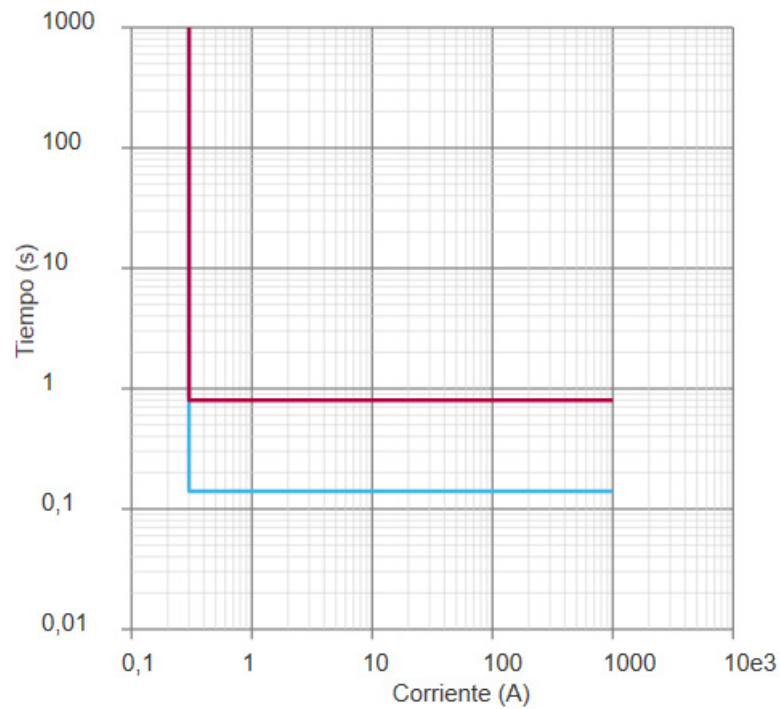
	QA 10	QA 0
Protección diferencial	Vigí MH	Vigí MB
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,3 A	0,3 A
Δt	0,06 s	0,31 s
tiempo de descanso	0,14 s	0,8 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 11 y QA 0 en el modo de operación Normal

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

QA 0 : Vigi MB - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad cronométrica](#)



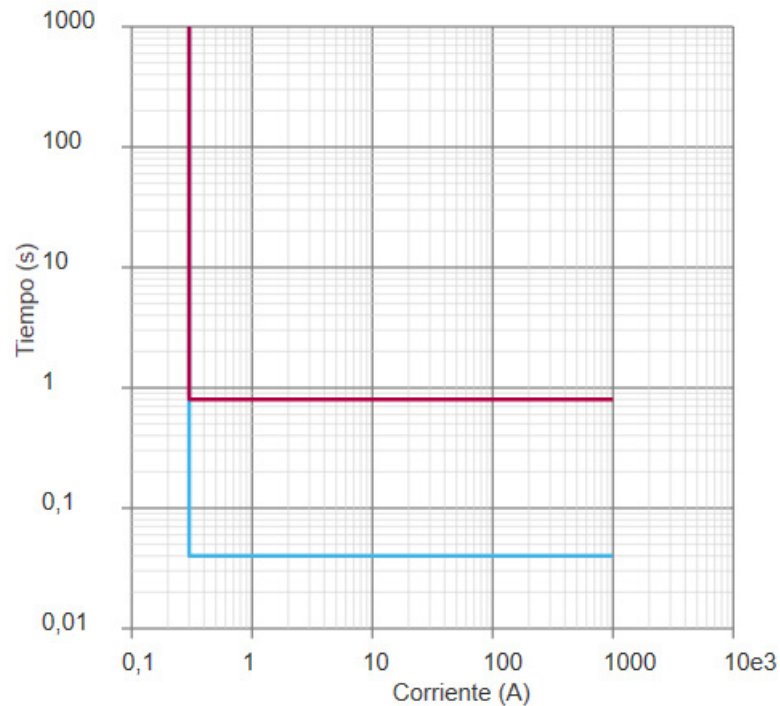
	QA 11	QA 0
Protección diferencial	Vigi MH	Vigi MB
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,3 A	0,3 A
Δt	0,06 s	0,31 s
tiempo de descanso	0,14 s	0,8 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 73bis y QA 0 en el modo de operación Normal

QA 73bis : Vigí MH - A - 300 mA

QA 0 : Vigí MB - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad cronométrica](#)



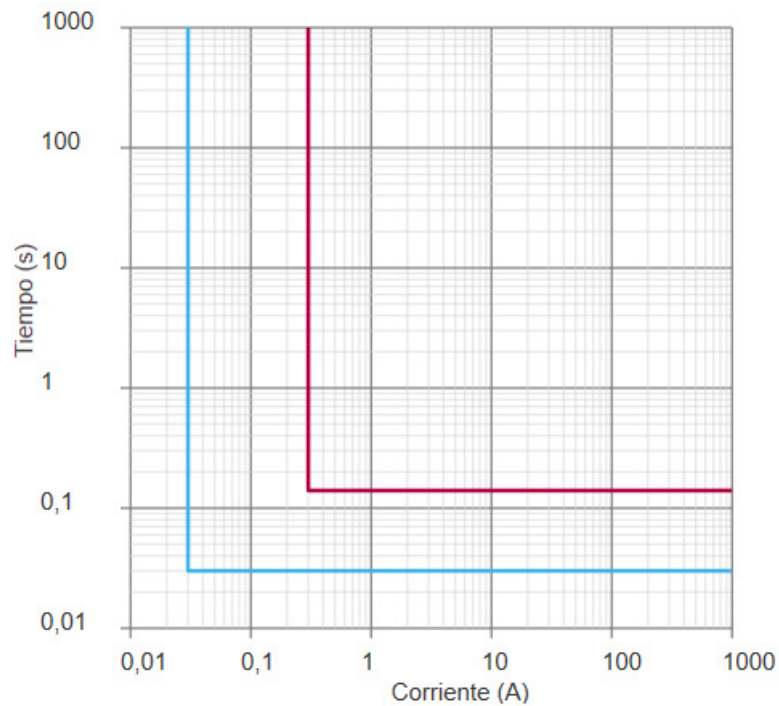
	QA 73bis	QA 0
Protección diferencial	Vigí MH	Vigí MB
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,3 A	0,3 A
Δt	0 s	0,31 s
tiempo de descanso	0,04 s	0,8 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 65 y QA 8 en el modo de operación Normal

QA 65 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 8 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



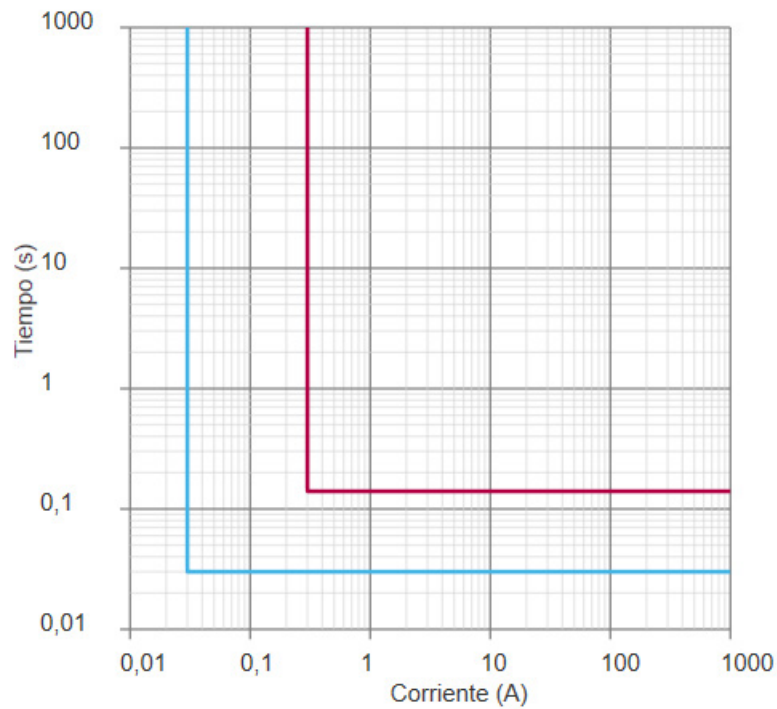
	QA 65	QA 8
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 66 y QA 8 en el modo de operación Normal

QA 66 : Vigi C120 - AC - 30 mA

QA 8 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



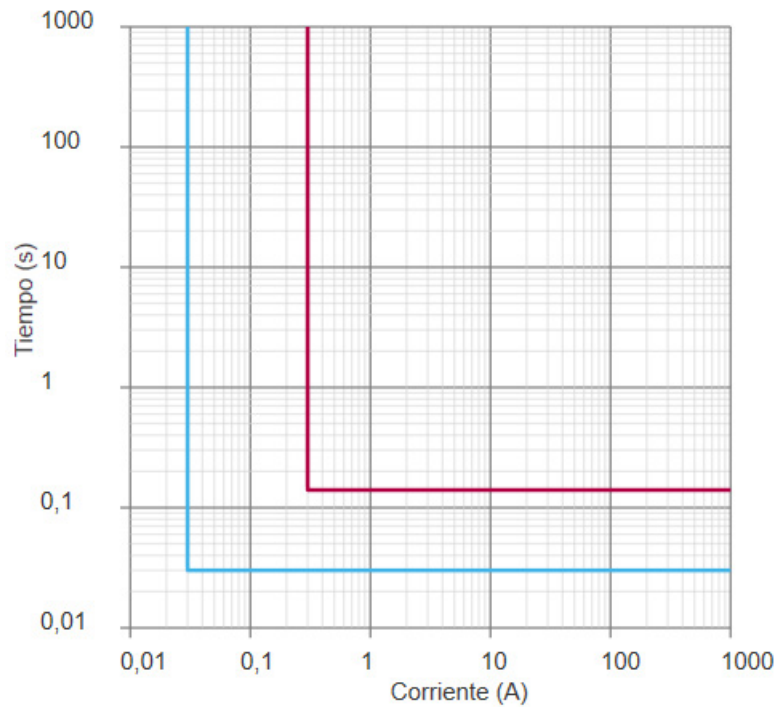
	QA 66	QA 8
Protección diferencial	Vigi C120	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 67 y QA 8 en el modo de operación Normal

QA 67 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 8 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



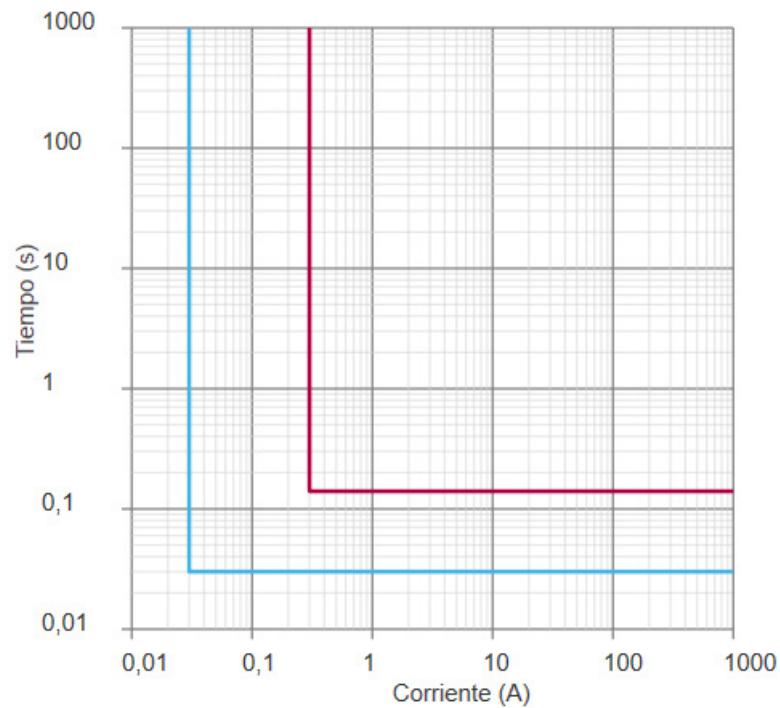
	QA 67	QA 8
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 68 y QA 9 en el modo de operación Normal

QA 68 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 9 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



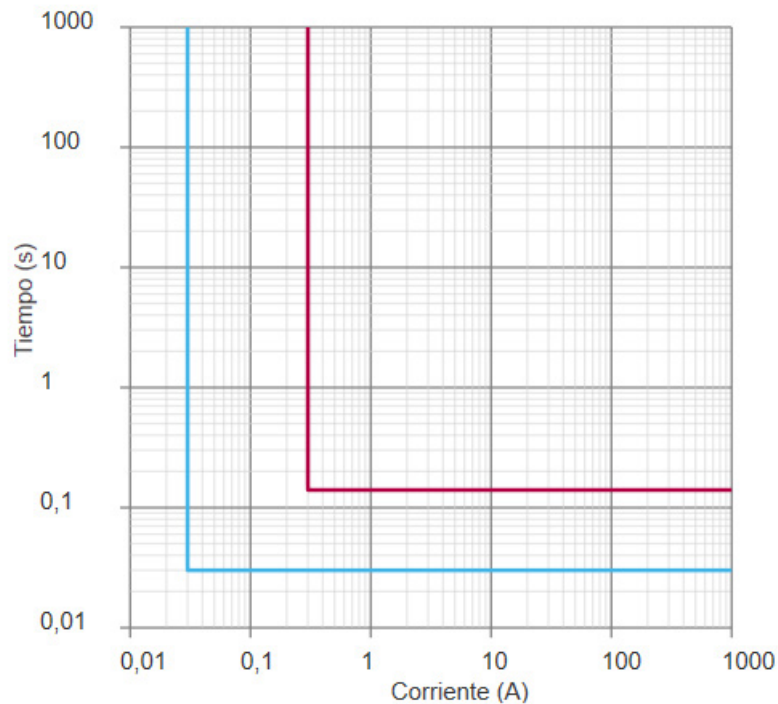
	QA 68	QA 9
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 72 y QA 9 en el modo de operación Normal

QA 72 : RH99M - AC - 30 mA

QA 9 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



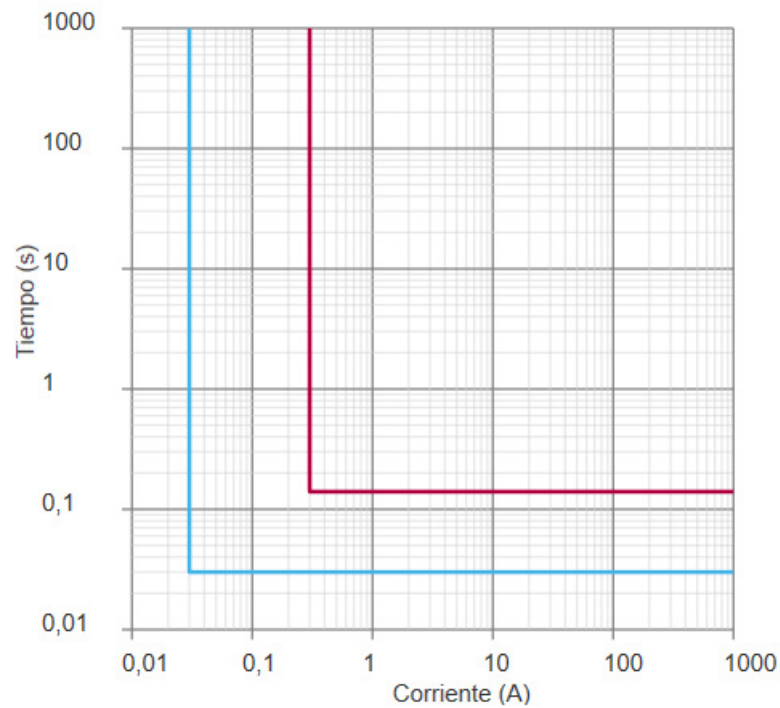
	QA 72	QA 9
Protección diferencial	RH99M	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 73 y QA 9 en el modo de operación Normal

QA 73 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 9 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



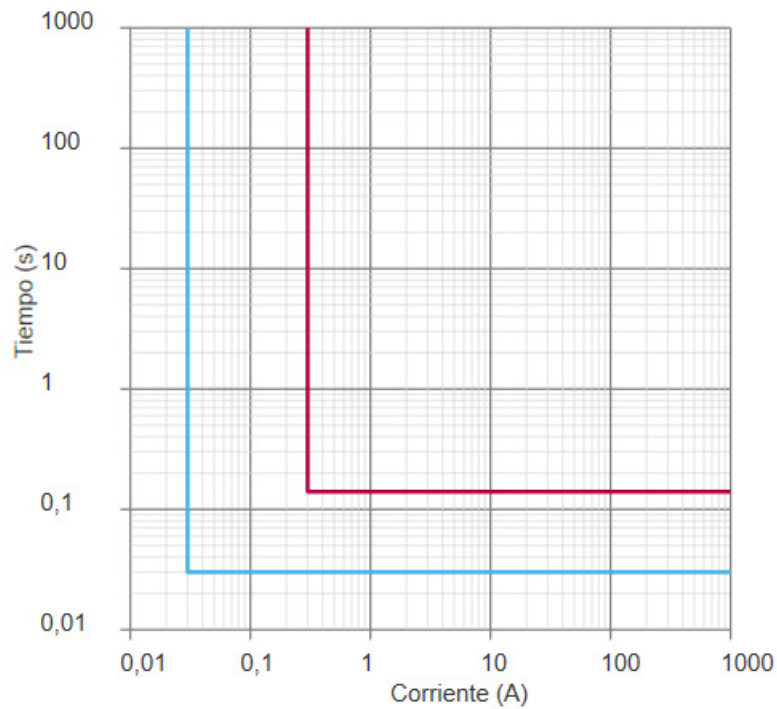
	QA 73	QA 9
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 74 y QA 10 en el modo de operación Normal

QA 74 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 10 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



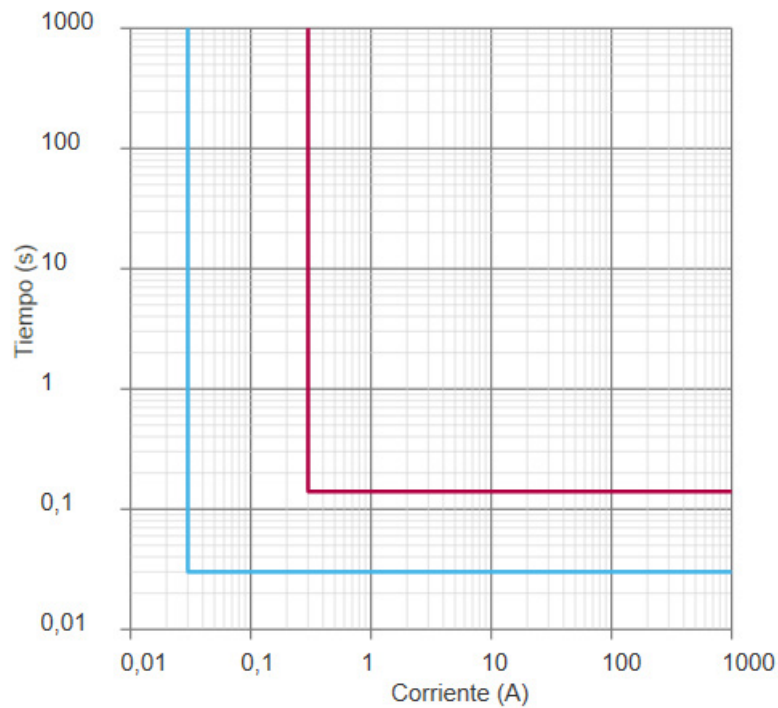
	QA 74	QA 10
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 76 y QA 10 en el modo de operación Normal

QA 76 : RH99M - AC - 30 mA

QA 10 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



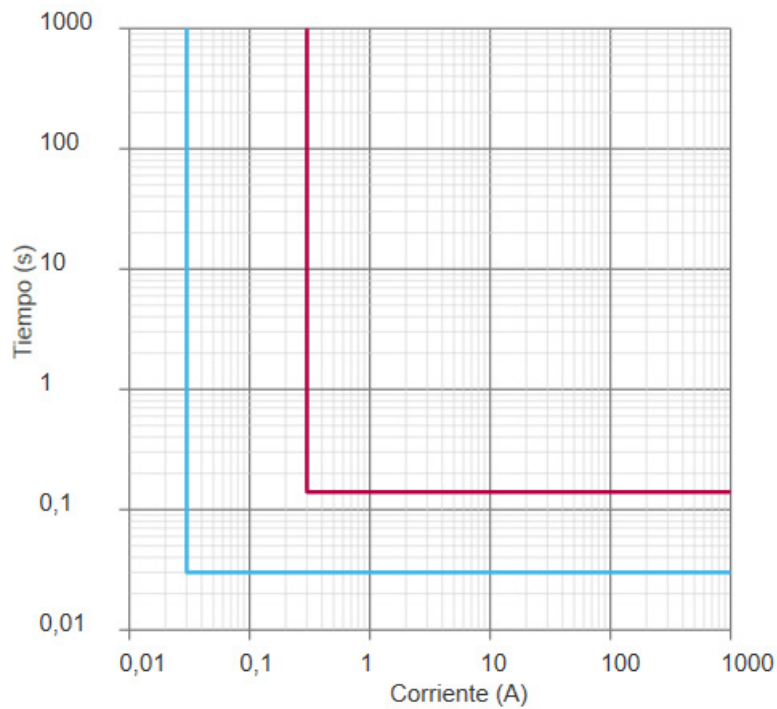
	QA 76	QA 10
Protección diferencial	RH99M	Vigi MH
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 77 y QA 10 en el modo de operación Normal

QA 77 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 10 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



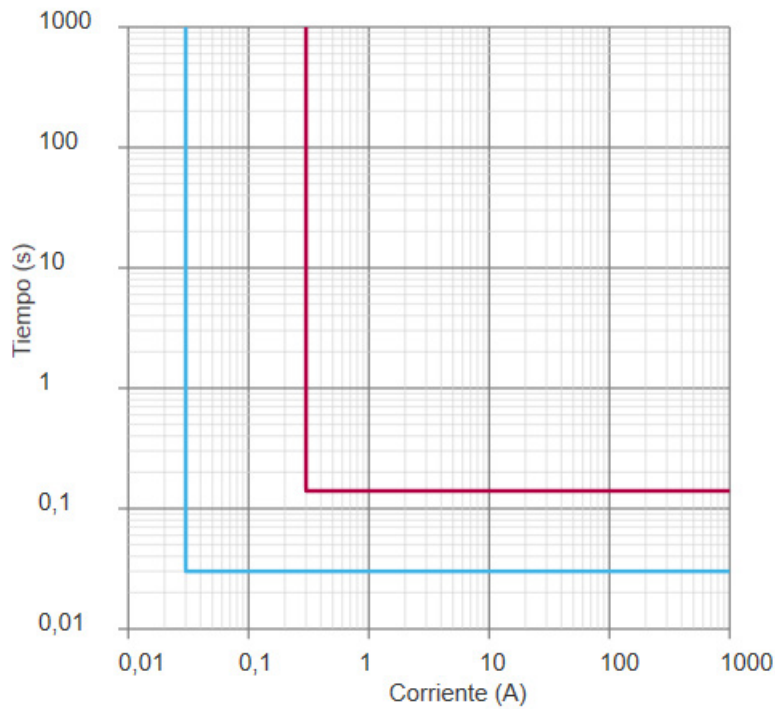
	QA 77	QA 10
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 79 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 79 : RH99M - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



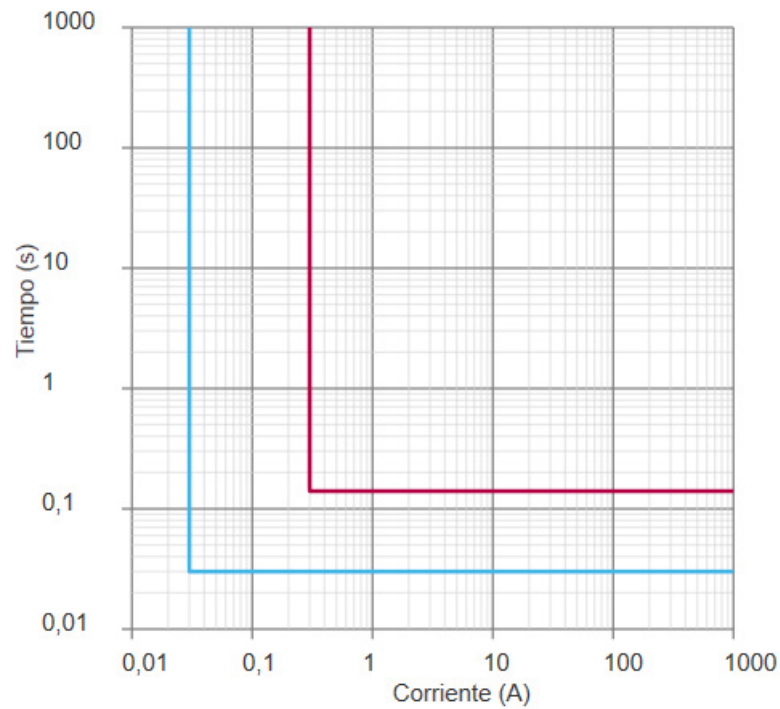
	QA 79	QA 11
Protección diferencial	RH99M	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 80 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 80 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



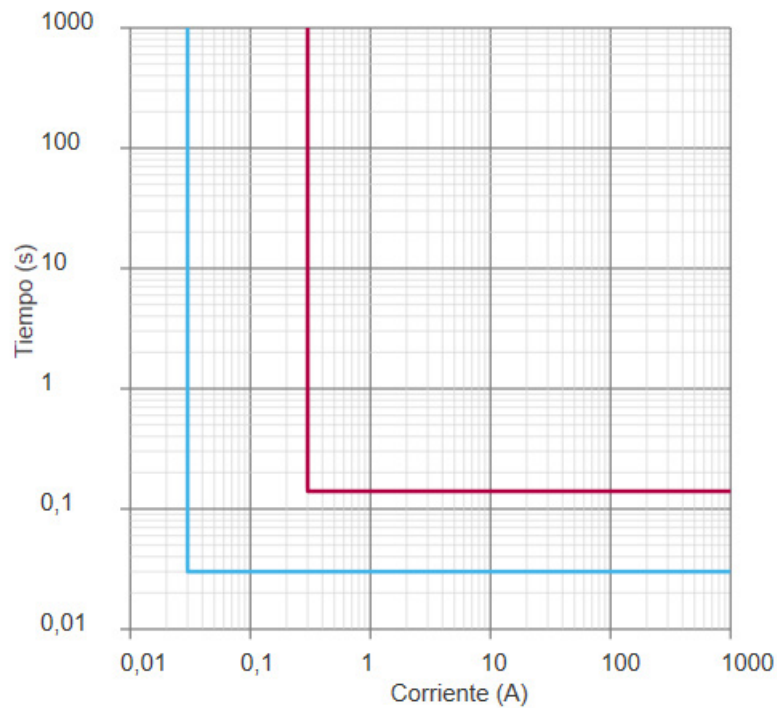
	QA 80	QA 11
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 81 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 81 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



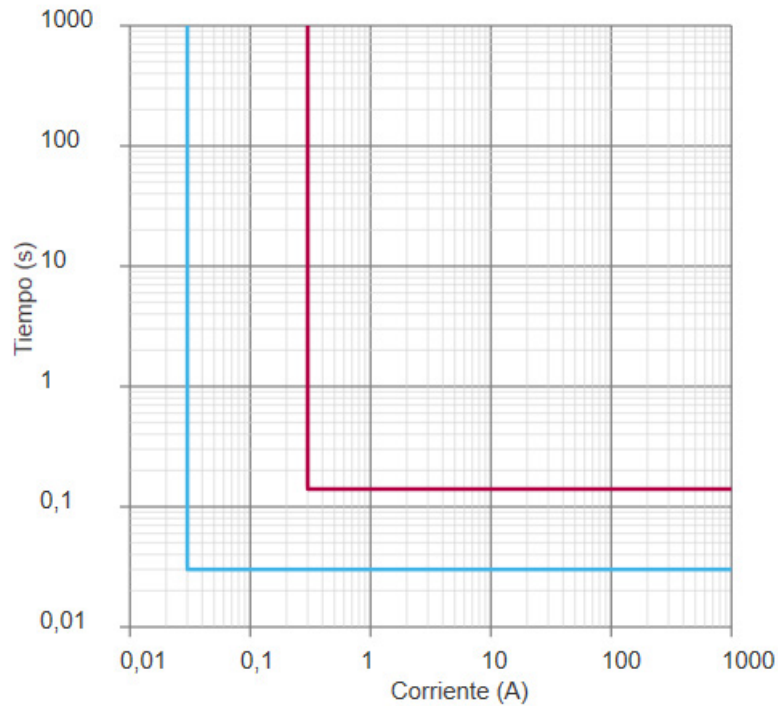
	QA 81	QA 11
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 83 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 83 : RH99M - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



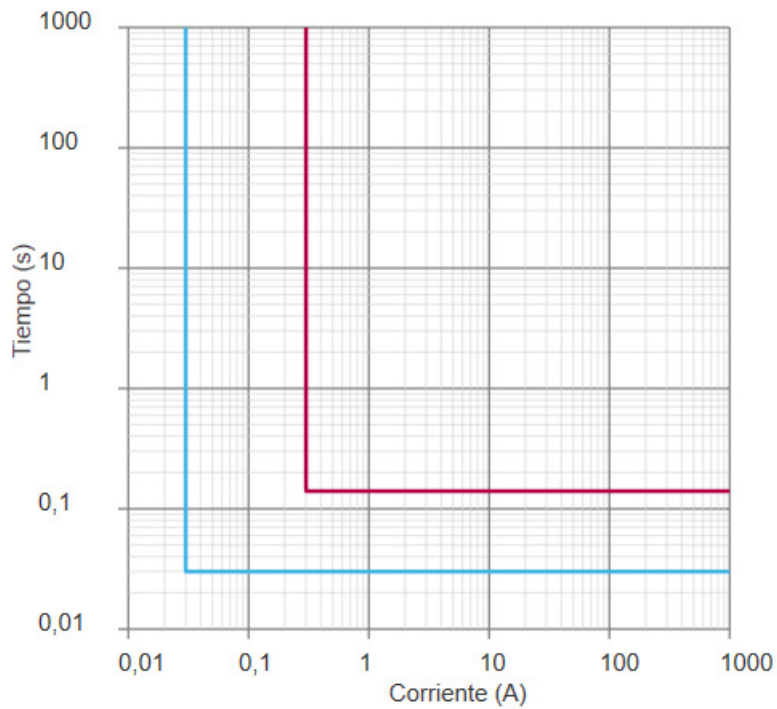
	QA 83	QA 11
Protección diferencial	RH99M	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 84 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 84 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



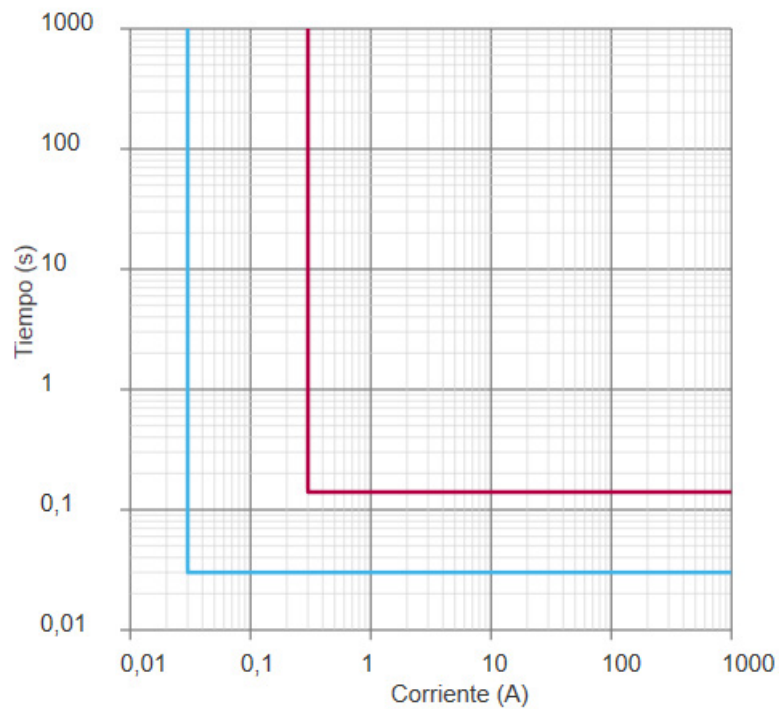
	QA 84	QA 11
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 85 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 85 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



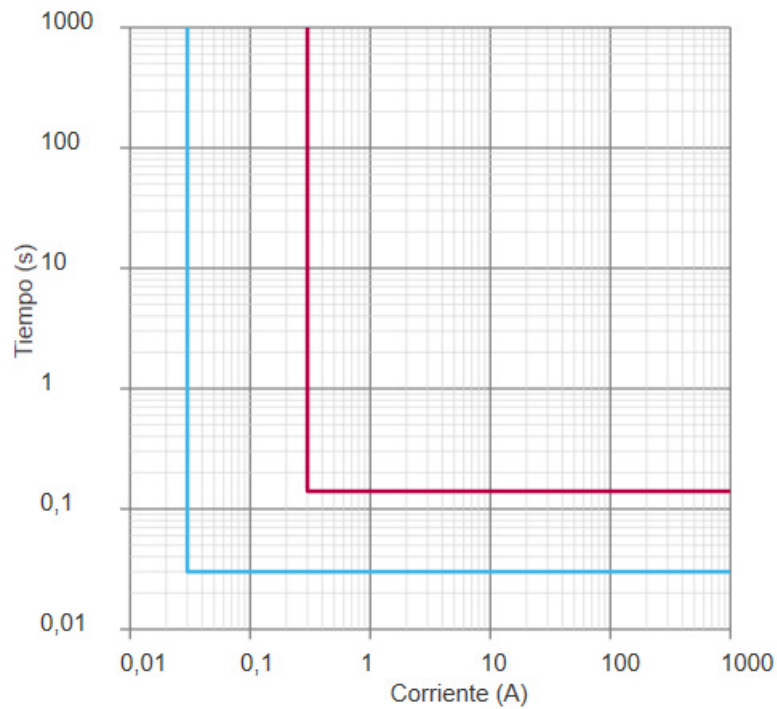
	QA 85	QA 11
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 86 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 86 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



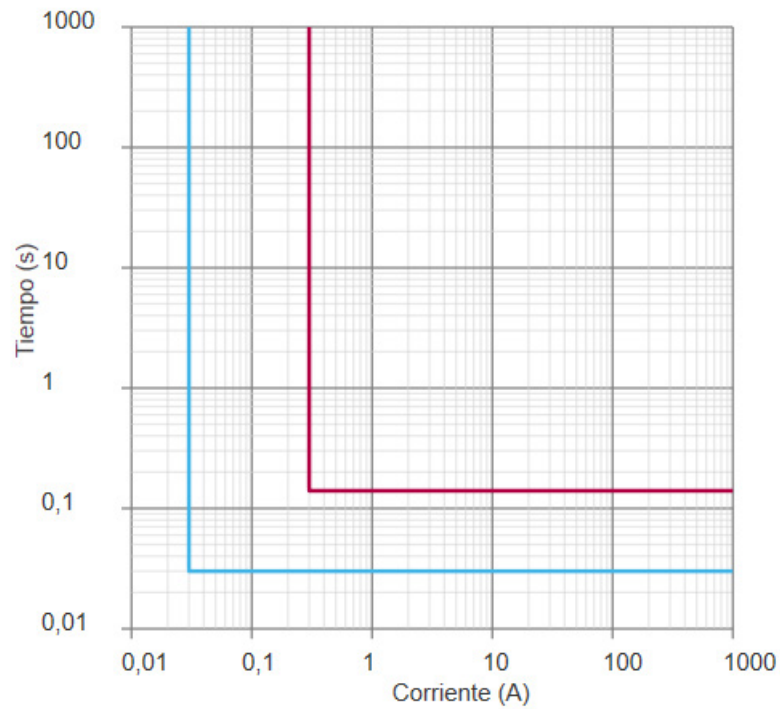
	QA 86	QA 11
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 90 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 90 : RH99M - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



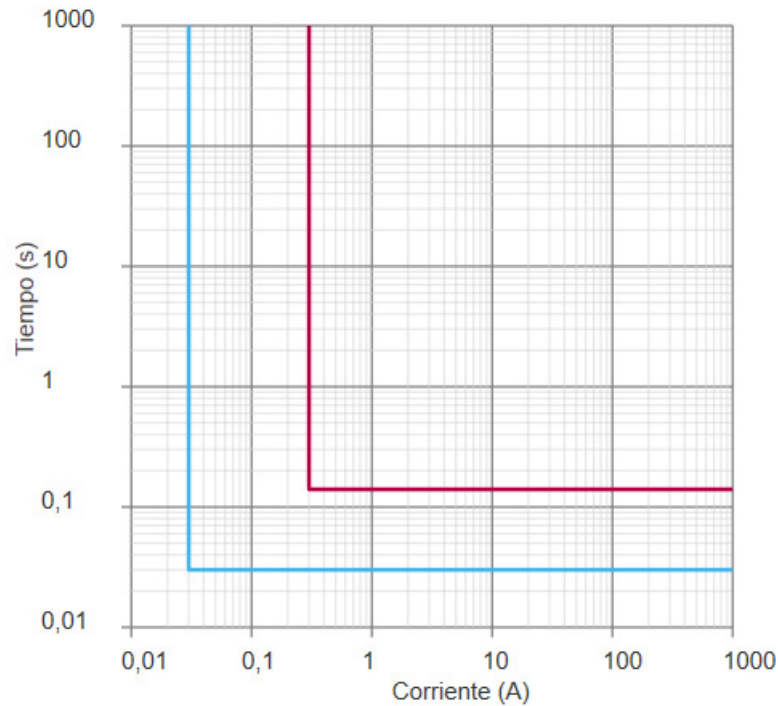
	QA 90	QA 11
Protección diferencial	RH99M	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 91 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 91 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



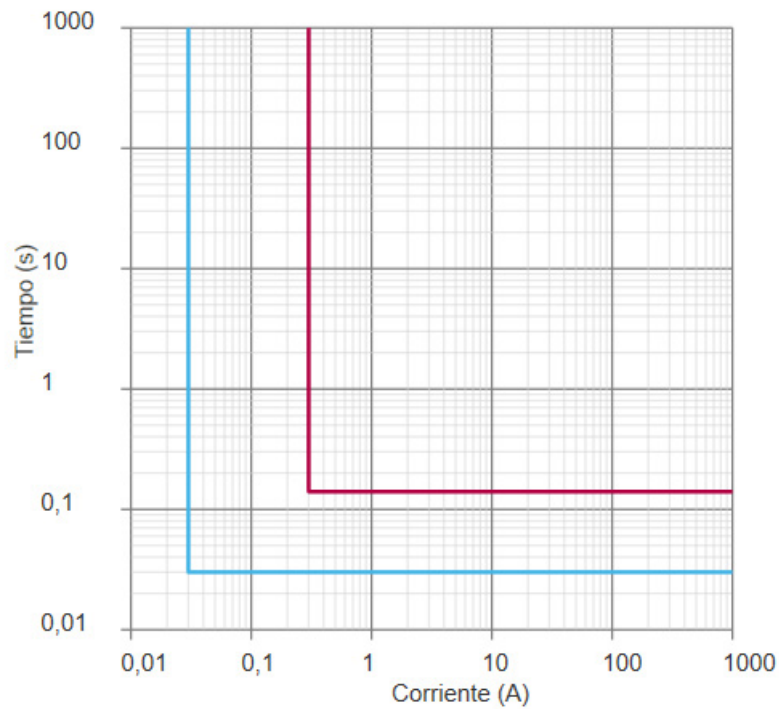
	QA 91	QA 11
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 92 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 92 : Vigí iC60 - AC - 30 mA

QA 11 : Vigí MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



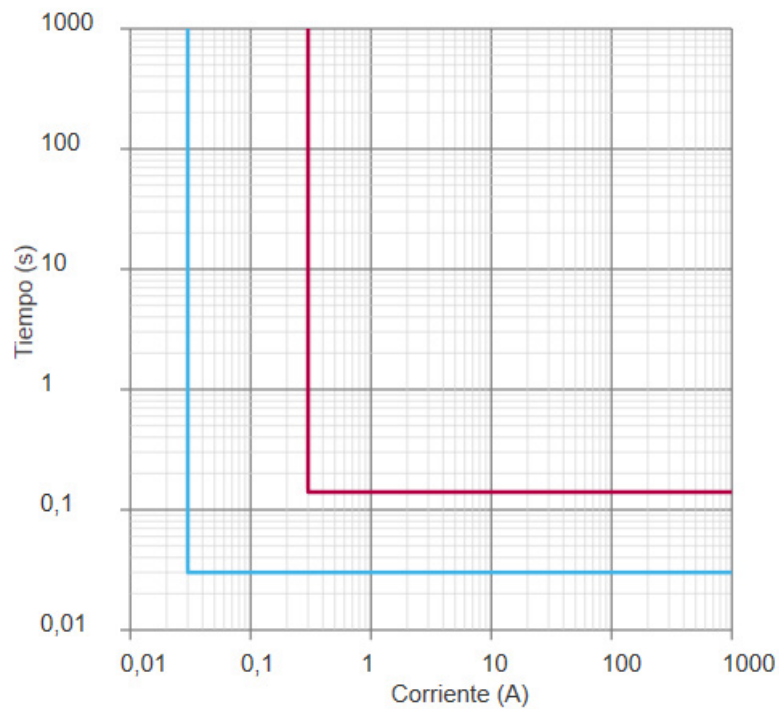
	QA 92	QA 11
Protección diferencial	Vigí iC60	Vigí MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 93 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 93 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



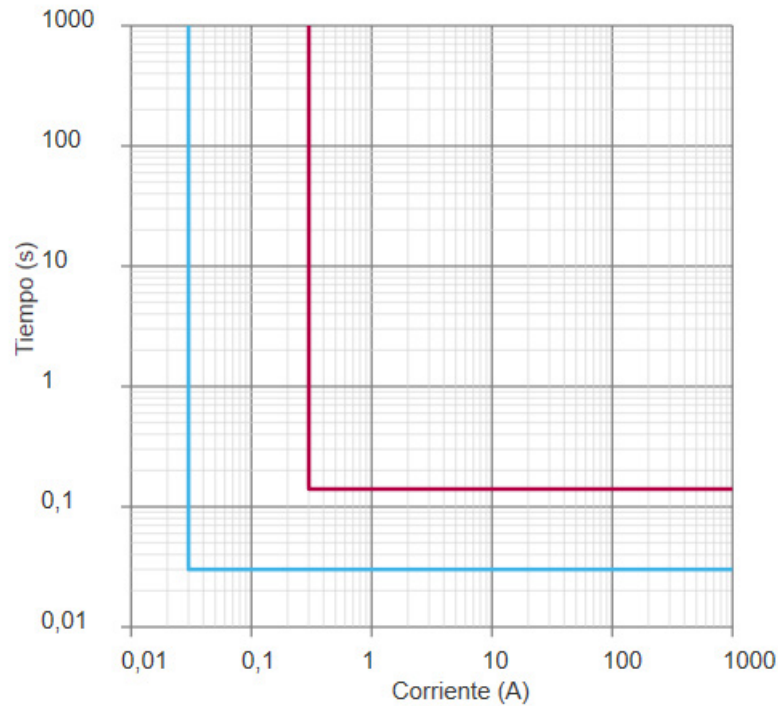
	QA 93	QA 11
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I_{\Delta n}$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

Diagrama de la discriminación RCD para QA 94 y QA 11 en el modo de operación Normal

QA 94 : Vigi iC60 - AC - 30 mA

QA 11 : Vigi MH - A - 300 mA

estado de la Discriminación : [Selectividad total](#)



	QA 94	QA 11
Protección diferencial	Vigi iC60	Vigi MH
Clase	A	A
$I\Delta n$	0,03 A	0,3 A
Δt	0 s	0,06 s
tiempo de descanso	0,03 s	0,14 s

4. PLANOS

4.1 LISTADO DE PLANOS

El presente proyecto cuenta con información adicional recogida en forma de distintos planos que buscan ayudar a la comprensión del funcionamiento de la instalación y conocer las dimensiones y situación de las partes y componentes que la constituyen.

Los planos elaborados son los siguientes:

- PLANO 1: Distribución de la parcela.
- PLANO 2: Vistas de la nave.
- PLANO 3: Distribución de la nave.
- PLANO 4: Distribución de la iluminación interior.
- PLANO 5: Distribución de la iluminación exterior.
- PLANO 6: Distribución del alumbrado de emergencia.
- PLANO 7: Distribución de las tomas de corriente.
- PLANO 8: Puesta a tierra de la nave.
- PLANO 9: Centro de transformación.
- PLANO 10: Instalaciones secundarias del centro de transformación.
- PLANO 11: Conexión CT – CGD – Cuadros secundarios – Maquinaria.
- PLANO 12: Esquema unifilar del centro de transformación.
- PLANO 13: Esquema unifilar del cuadro general de distribución.
- PLANO 14: Esquema unifilar del cuadro secundario 1.
- PLANO 15: Esquema unifilar del cuadro secundario 2.
- PLANO 16: Esquema unifilar del cuadro secundario 3.
- PLANO 17: Esquema unifilar del cuadro secundario 4.

Para facilitar su visualización, todos los planos se encuentran al final de este proyecto.

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

5.1.1 Objeto y campo de aplicación

Este pliego de condiciones determina las disposiciones que con carácter general y particular se debe ajustar la ejecución de las instalaciones cuyas características técnicas están especificadas en el correspondiente proyecto.

El presente pliego, junto con la memoria, cálculos, mediciones y presupuesto, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. Los planos constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

En caso de incompatibilidad o contradicción entre los planos y el pliego, prevalecerá lo escrito en este último documento. Lo mencionado en el pliego de prescripciones técnicas particulares y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida u otro documento figure en el presupuesto.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la Empresa Instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente pliego de condiciones.

5.1.2 Disposiciones generales

5.1.2.1 Condiciones facultativas

La Dirección Facultativa es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra.

La Dirección Facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, IEC u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

La Empresa Instaladora, Instalador o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje,

reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende.

La Empresa Instaladora contará con la debida solvencia reconocida por la Dirección Facultativa.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en la reglamentación de Seguridad y Salud en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

Asimismo, el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas.

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

Para la ejecución de la obra, el Contratista deberá tener siempre en la obra un número de obreros proporcionado al trabajo que se está ejecutando. Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas.

El Contratista tendrá al frente de los trabajos personal idóneo, el cual deberá atender cuantas indicaciones procedan de la Dirección Facultativa, con el fin de que las obras se ejecuten correctamente. Asimismo, deberá formar adecuadamente al personal designado por la Propiedad, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Instalador asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la Dirección facultativa.

El Contratista es el único responsable de la ejecución de la obra que haya contratado, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que hubiere lugar por el incumplimiento o defectuoso cumplimiento de sus obligaciones.

Asimismo será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniesen, atendiéndose en todo momento a las disposiciones legales estipuladas sobre el caso.

5.1.2.2 Condiciones administrativas

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad, Cliente Titular o Promotor deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra.

El proyecto constará de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, esta deberá quedar perfectamente documentada, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- Documentación técnica: el documento técnico de diseño correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- Certificado de Dirección de Obra: documento emitido por el Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación.
- Certificado de Instalación: documento emitido por la Empresa Instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la

correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

- En función de la singularidad de la edificación, distancia a zonas habitadas y residenciales, etc., se podrá exigir la aportación para su recepción definitiva de la siguiente documentación:
 - Informe emitido por técnico competente que garantice que el local cumple con la normativa aplicable en materia de protección contra incendios.
 - Informe de medición y certificado de cumplimiento emitidos por técnico competente que garantice que el local cumple con la normativa aplicable en materia de aislamiento acústico, ruidos y vibraciones.
 - Informe de medición de campos electromagnéticos emitidos por la instalación.

En el resto de casos se podrá exigir alguno de estos informes en función de la singularidad de la edificación, distancia a zonas habitadas y residenciales, etc.

5.1.2.3 Seguridad en el trabajo

El Contratista, para la ejecución de las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente pliego de condiciones, se regirá por lo especificado en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto RD 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción y demás ordenanzas vigentes.

Todas las personas en obra quedarán obligadas al buen uso de los dispositivos y medidas de protección estipuladas bajo responsabilidad del Contratista.

La Dirección Facultativa podrá cesar, a través del Contratista y notificándoselo previamente, a cualquier persona de la obra que, bajo su juicio, cometiera cualquier acción imprudente que constituyese un riesgo para la seguridad de las personas o bienes allí presentes.

5.1.2.4 Seguridad en el ámbito público

El Contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones realizadas, siendo de su responsabilidad los accidentes que pudieran surgir por el incumplimiento de esta premisa.

En caso de ocasionar algún desperfecto en propiedades colindantes, el Contratista tendrá que restaurarlas por su cuenta hasta que su estado vuelva al que tenían al comienzo de la obra.

El Contratista quedará obligado a mantener un seguro de las obras en vigor desde el inicio de ejecución de las obras hasta la recepción definitiva de las mismas. Este seguro le protegerá tanto a él como a sus trabajadores frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil y demás imprevistos que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros.

5.1.3 Organización y planificación del trabajo

5.1.3.1 Orden de los trabajos

La Dirección Facultativa fijará el orden que deben llevar los trabajos y el Contratista estará obligado a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

5.1.3.2 Requisitos previos

Cuando sea necesario o sea solicitado, el Instalador deberá entregar para su comprobación y aprobación por la Dirección Facultativa, los siguientes documentos:

- 1) Planos constructivos y de montaje, con los detalles necesarios, como de complemento a los de este proyecto.
- 2) Documentación técnica completa de los equipos y materiales a instalar, con sus ajustes, pruebas y puestas en marcha.
- 3) Muestras de los materiales que se requieren, con tiempo suficiente para que puedan ser revisados y aprobados antes de su acopio.

Estos documentos, y sus justificaciones, se presentarán por triplicado, a la Dirección Facultativa para ser sometidos a su aprobación, a medida que sean necesarios, con quince días de antelación a la fecha prevista para iniciar la ejecución de los trabajos, que figuren en dichos documentos.

Las instalaciones serán ejecutadas por instaladores eléctricos legalmente constituidos, para el ejercicio de esta actividad, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente pliego de condiciones y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación solo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la Empresa Instaladora o Contratista a sustituirlas.

Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Facultativa.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirán en presencia de la Dirección Facultativa. Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

5.1.3.3 Organización de las obras

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

El Contratista deberá, sin embargo, informar a la Dirección Facultativa de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas ordenes le de este en relación con datos externos.

5.1.3.4 Replanteo de las obras

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Facultativa con el Contratista, quien será el encargado de la vigilancia y dar cumplimiento a lo estipulado, así como encargarse de los gastos derivados de esta actividad.

Antes de comenzar los trabajos se marcará en el terreno y ubicaciones pertinentes por un Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, las zonas donde se montarán o construirán los elementos de la instalación así como las excavaciones a realizar. Se procederá a la identificación de los servicios que puedan resultar afectados o que puedan condicionar y limitar la ejecución de la instalación de acuerdo al proyecto, siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones que se precisen.

5.1.4 Ejecución del trabajo

5.1.4.1 Generalidades

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto y a las condiciones contenidas tanto en el pliego de condiciones generales como particulares.

El Contratista queda obligado a que todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos de proyecto o posteriormente durante la ejecución de los trabajos sean resueltas por la Dirección Facultativa.

El Contratista tiene la obligación de volver a ejecutar aquellas partes de la obra que a juicio del Director de Ejecución de Obra estén mal realizadas, no pudiendo exigir indemnización alguna por estos trabajos adicionales, aunque las condiciones de mala ejecución se hubiesen detectado después de la recepción provisional de la obra.

Todos los equipos de trabajo de esta instalación, se utilizarán aplicando las técnicas adecuadas y de acuerdo con la documentación técnica referenciada y la de los fabricantes de los equipos y materiales en cuestión.

Se guardará a disposición del personal técnico un libro de órdenes para anotar cualquier anomalía o incidencia que tuviera lugar durante el transcurso de la obra.

5.1.4.2 Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

El Contratista, salvo aprobación por escrito de la Dirección Facultativa, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el proyecto como en las condiciones técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra.

5.1.4.3 Subcontratación de los trabajos

El Contratista o Empresa Instaladora principal podrá adjudicar a terceros la realización de ciertos trabajos especializados dentro de la obra, siempre y cuando el contrato de adjudicación de la obra entre el Cliente y el Contratista no diga lo contrario.

Toda nueva subcontratación deberá ser notificada por escrito a la Dirección Facultativa para que esta emita la autorización pertinente antes de que comience a realizar su trabajo.

El Contratista deberá disponer de un libro de subcontratación que permanecerá siempre en la obra y en el que constarán por orden cronológico, entre otros aspectos, todas las subcontrataciones realizadas con empresas subcontratistas y/o trabajadores autónomos, el objeto de su contrato, la identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada una y la aprobación por escrito de la Dirección Facultativa para cada una.

5.1.4.4 Cooperación entre contratistas

Atendiendo a lo requerido por la Dirección Facultativa, la Empresa Instaladora o Contratista principal deberá dar de un modo razonable cuantas facilidades requieran el resto de contratistas para la realización de los trabajos que vayan a llevar a cabo, facilitando los equipos e instalaciones de su propiedad si así fuera necesario y sin apercibir retribuciones económicas por su uso.

Cualquier disputa o litigio entre los instaladores deberá ser resuelto por la Dirección Facultativa, atendiendo las partes implicadas a lo que esta disponga.

5.1.4.5 Recepción y acopio de los materiales

La Dirección Facultativa de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los materiales sin que estos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

Las operaciones de acopio y transporte (incluida la carga y descarga) se efectuarán de modo que los materiales dispongan en todo momento de los embalajes de protección para evitar golpes que puedan alterar su integridad.

El material se descargará en el lugar más adecuado para facilitar los trabajos y no se efectuará en terrenos inadecuados que puedan deteriorar el material. Todo material quedará debidamente señalizado y delimitado.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteración durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

Será obligación del Contratista, la ejecución de las obras de recogida de aparatos mecánicos y similares y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

5.1.4.6 Protección de los equipos y materiales

Durante la ejecución el Contratista deberá cuidar de los equipos y materiales protegiéndolos contra cualquier tipo de desperfecto que pudieran sufrir, encargándose también de su correcta limpieza.

También deberá proteger del polvo, humedad y agua aquellos equipos y materiales que así lo necesitasen por prescripciones de diseño, utilizando las medidas consideradas para este fin.

5.1.4.7 Limpieza de las obras

El Contratista será responsable de la limpieza, retirada y transporte, en el caso de que fuera necesario, de todos los materiales y residuos sobrantes derivados de la ejecución de los trabajos en el proyecto.

De la misma forma, una vez terminadas las obras, será responsable de la limpieza de las mismas, prestando especial atención a aquellas zonas cuyo acceso directo con suciedad pueda suponer un riesgo para la salud de las personas, como bidés, grifos, retretes, accesorios sanitarios, etc.

5.1.4.8 Protección de zonas peligrosas

El Contratista deberá proporcionar las protecciones adecuadas para aquellas zonas de la instalación que supongan un riesgo para la seguridad y puedan ocasionar accidentes tales como quemaduras, atrapamientos, cortes, golpes, etc. Estas protecciones serán desmontables para facilitar el mantenimiento de las mismas.

Asimismo, también deberá proporcionar protección frente a contactos directos con las zonas que pudieran quedar en tensión en el transcurso de su puesta en marcha o prueba durante la ejecución de los trabajos, tomando para ello las medidas consideradas necesarias.

5.1.4.9 Obras de albañilería y andamiajes

Salvo que se especifique lo contrario, las obras de albañilería del proyecto necesarias para la instalación de los materiales y equipos que lo componen, ya sean simples, armadas o reforzadas, serán competencia directa del Contratista.

Este será el encargado, además, del suministro de andamios, plataformas de trabajo y aparejos necesarios para el transporte de los materiales de obra hasta el lugar de su emplazamiento definitivo.

5.1.4.10 Accesos y espacios de trabajo

Con anterioridad al inicio de las obras, el Contratista deberá comunicar a la Dirección Facultativa la disposición de los accesos a obra y vallados que preverá necesarios, así como los espacios de trabajo requeridos para el almacenamiento de materiales y equipos y desarrollo de las actividades.

La Dirección Facultativa se reservará el derecho de exigir la modificación o mejoras de estos accesos y espacios si así lo considerase conveniente, debiendo los gastos derivados de ello correr a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora, en caso de no tener aquel la competencia en este ámbito, la información necesaria para la correcta instalación de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, cableado, etc.

Todos los componentes y equipos de la instalación deberán emplearse en los espacios asignados y se dejará el espacio razonable de acceso para su mantenimiento y reparación, debiendo el Contratista verificar dichos espacios.

El Contratista quedará obligado a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel donde se reflejarán los datos de la obra tales como su título, entidad promotora y técnicos competentes, previa autorización de la Dirección Facultativa.

5.1.4.11 Ruidos y vibraciones

Los niveles de ruido y vibraciones producidos principalmente por la maquinaria y equipos no podrán superar bajo ningún concepto los valores límite establecidos por las Ordenanzas Municipales. Cuando no sea posible medir estos niveles, la Dirección Facultativa considerará bajo su responsabilidad el supuesto en el que resulten fuera de límite y parará las obras.

En cualquier caso se optará por la metodología de trabajo que resulte menos proclive a la producción de ruidos y vibraciones, siempre y cuando no se condicione la calidad de la instalación, la seguridad y salud de las personas, o conlleve un aumento de coste que la Dirección Facultativa considere innecesaria.

Toda modificación en la maquinaria y equipos que condicione o cambie los niveles de ruido y/o vibraciones deberá ser previamente notificada a la Dirección Facultativa para su aprobación.

5.1.4.12 Consumo de agua y energías

El Contratista deberá notificar antes de la toma de posesión de la obra al Cliente la potencia eléctrica necesaria para la puesta en marcha de la instalación.

Los gastos derivados del consumo por parte del Contratista de agua, electricidad y otro tipo de energías para el montaje, puesta en marcha, pruebas y demás trabajos que así lo requieran correrán a cargo del Cliente o Promotor, siempre y cuando no se indique lo contrario en el contrato de adjudicación o en los otros documentos del proyecto.

5.1.4.13 Canalizaciones

Previa a su montaje, las canalizaciones deberán chequearse para asegurarse de que no presentan desperfectos, partículas, suciedad, etc., procediendo a su limpieza y apartando los tramos defectuosos.

El montaje, las uniones y los cambios de dirección o de sección se realizarán con las herramientas y equipos específicos para tales usos, sin forzar en ningún caso las canalizaciones ni comprometer su integridad.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantengan una distancia mínima de 3 cm para instalaciones interiores y 20 cm para redes de distribución. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aires calientes, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas solo podrán ir dentro de un mismo canal con hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- La protección contra contactos indirectos esté asegurada por alguno de los sistemas señalados de acuerdo con la instrucción ITC-BT 24 del REBT, considerando a las conducciones no eléctricas como elementos conductores cuando sean metálicas.
- Las canalizaciones eléctricas estén convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, teniendo especialmente en cuenta las elevaciones de temperatura, condensaciones, inundaciones de líquidos, corrosiones, explosiones e intervenciones de agentes externos.

5.1.4.14 Líneas eléctricas y cuadros de distribución

El Instalador será el encargado de suministrar e instalar el conjunto de líneas eléctricas del proyecto, siempre y cuando no se indique lo contrario en otro documento, y con excepción de las líneas que a consideración de la Compañía Eléctrica suministradora deban ser instaladas

por esta última acorde a la normativa vigente y bajo las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Asimismo, también se encargará del suministro y montaje del cuadro general de distribución, de los cuadros secundarios y de cuantos armarios eléctricos para la ubicación de aparamenta y dispositivos eléctricos fueran necesarios en la instalación, salvo cuando se indique lo contrario en otro documento del proyecto.

El agente encargado de suministrar la energía eléctrica a los cuadros y por tanto a toda la instalación será la Compañía Eléctrica suministradora, siempre bajo las prescripciones de la normativa vigente y teniendo en cuenta las indicaciones marcadas por la Dirección Facultativa.

La instalación eléctrica deberá cumplir con los requisitos establecidos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), cuando las líneas, dispositivos y demás aparamenta estuvieran bajo su prescripción de tensión hasta 1000 V, así como el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión (RAT), si excediesen de esa tensión eficaz entre fases.

Las derivaciones de conductores se efectuarán siempre en el interior de cajas de conexión o derivaciones, mientras que sus conexiones se procurará realizarlas mediante bornes o bridas de conexión, con un máximo de 3 conductores por borne.

No se podrá disponer un mismo conductor para varios circuitos o líneas.

Todo conductor de la instalación deberá poder seccionarse en cualquier punto de la misma en que derive, debiéndose proteger en cada cambio de sección por el dispositivo de protección pertinente, instalado siempre sobre el conductor de fase.

5.1.4.15 Centro de transformación

El centro de transformación será de abonado y prefabricado, cuyo transporte hasta el punto de instalación y montaje son responsabilidad de la misma subcontrata encargada de su construcción en fábrica, siguiendo las prescripciones marcadas por la normativa correspondiente.

Los elementos que le constituyen deberán cumplir los requisitos marcados por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en los casos en los que fuera necesario, así como por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión cuando este hubiera de aplicarse, además de la normativa particular para el tipo de aparamenta según cada componente.

5.1.4.16 Identificaciones y señalizaciones

Todas las líneas, cuadros, dispositivos y aparataje eléctrica deberán estar correctamente señalizadas e identificadas una vez terminados los trabajos en la obra como marca la normativa, debiendo ser supervisados por la Dirección Facultativa para su aprobación.

Se identificará especialmente la ubicación de aquellos dispositivos o aparataje que se encuentren en zonas de difícil acceso, así como las zonas peligrosas de la obra que constituyesen un riesgo para la salud de las personas.

Se mantendrán los colores y características provenientes de fábrica de los aparatos, equipos y materiales que lleguen a obra, siempre y cuando la Dirección Facultativa no indique lo contrario o sea necesaria una reparación de los mismos por resultar defectuosos durante el transporte.

5.1.5 Recepción y pruebas

5.1.5.1 Generalidades

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la reglamentación vigente y las especificaciones de las instrucciones técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de funcionamiento, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia de la Dirección Facultativa de la instalación, quién dará fe de los resultados por escrito.

5.1.5.2 Pruebas parciales

A lo largo de la ejecución de los trabajos deberán haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción de materiales y similares, de todos los elementos que hayan sido indicados por la Dirección Facultativa.

Particularmente, todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

5.1.5.3 Pruebas finales

Una vez terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite la Dirección Facultativa de dicha instalación, atendiendo a la normativa vigente.

5.1.5.4 Recepción provisional

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para la Dirección Facultativa, se procederá a la recepción provisional de la instalación por el Cliente, levantando el consiguiente Acta de Recepción que dejará probado por escrito la conformidad de los trabajos realizados.

Una vez firmado el Acta por parte de la Dirección Facultativa y el Contratista, empezará a correr el periodo de garantía.

Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación y se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los Organismos Públicos, la siguiente documentación:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, firmado por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de una empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

Estos documentos serán entregados por la Dirección Facultativa a la Propiedad o Cliente titular, junto con el Acta de Recepción y los resultados de las pruebas realizadas.

En el caso de que los resultados de las pruebas finales no den resultados satisfactorios, se dejará constancia de ello en el Acta de Recepción y se fijará un nuevo plazo de ejecución para subsanar los defectos hallados por dichas pruebas, corriendo a cargo del Contratista los gastos derivados de las obras necesarias para ello.

5.1.5.5 Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Cliente antes de la recepción definitiva, la Dirección Facultativa podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo fijado por la Dirección Facultativa.

Después de la recepción provisional y en el caso de que la conservación de la obra corra a cargo del Contratista, no deberá haber en ella más herramientas, útiles, materiales, muebles,

etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones.

5.1.5.6 Recepción definitiva

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, se procederá a la recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la Propiedad o Dirección Facultativa haya sido cursado aviso en contra antes de finalizar el período de garantía establecido.

5.1.6 Control de calidad

5.1.6.1 Alcance

Durante el desarrollo de la ejecución y pruebas de esta instalación, la Dirección Facultativa realizará el siguiente control de calidad:

- De todos los equipos y materiales a emplear en la instalación.
- De los métodos de ejecución de las obras.
- De las pruebas parciales y finales.

El nivel de control a realizar viene establecido en las especificaciones de los equipos y materiales y por aplicación de las normas vigentes correspondientes.

5.1.6.2 Control de los equipos y materiales

Todos los equipos y materiales de esta instalación deberán ir acompañados de los certificados de fabricación con indicación de las normas bajo las cuales fueron construidos y aprobados.

Estarán de acuerdo como mínimo con las especificaciones impuestas en la memoria de este proyecto.

Antes del acopio de los equipos y materiales, se deberá disponer de los certificados correspondientes y de las muestras de los materiales que así se requiriesen, para su debida comprobación y aceptación por la Dirección Facultativa, o su desestimación si tuviese lugar.

Cuando un equipo o material no vaya acompañado de su certificado de calidad, a criterio de la Dirección facultativa, el Contratista, por su cuenta, deberá conseguir el certificado de ensayo, el cual será obligatorio en el caso de equipos de importación que no tengan homologación española.

5.1.6.3 Control de ejecución

El Contratista deberá presentar, con la debida antelación, los métodos y normas bajo las cuales realizará los trabajos, no comenzando ninguno de ellos hasta no haber sido aprobado por la Dirección Facultativa.

Realizará las correspondientes inspecciones, comprobando tanto si los materiales como la calidad de la ejecución, cumplen las condiciones impuestas.

5.1.6.4 Control de las pruebas

El Instalador dispondrá del equipo, material y técnico para realizar las pruebas parciales y definitivas necesarias, las cuales serán presentadas por escrito y por triplicado.

La Dirección Facultativa controlará dichas pruebas, para comprobar si la prestación realizada es satisfactoria o no.

En caso de no serlo, el Instalador deberá efectuar a su cargo, todos los cambios y reparaciones necesarias para obtener unas pruebas satisfactorias.

Las pruebas serán efectuadas de acuerdo con las normas vigentes al respecto, y según las indicaciones contenidas en este pliego.

En el caso de que las soldaduras tuviesen que ser comprobadas por radiografías, dichas soldaduras deberán ser ejecutadas por un soldador homologado.

5.1.7 Disposiciones económicas y mediciones

5.1.7.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.

- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13%).

El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas.

Se denominará Precio o Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los Gastos Generales.

El Precio o Presupuesto de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial. El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

5.1.7.2 Precio de Contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra anexa cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el porcentaje sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Como ya se mencionó en el apartado anterior, los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el Beneficio Industrial se estima normalmente en el 6%, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

5.1.7.3 Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios solo cuando la Propiedad, mediante técnico competente, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista, siendo responsabilidad del Contratista dichos cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá entre la Propiedad y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que se determine en las condiciones particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del presupuesto del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

5.1.7.4 Reclamaciones y revisiones de los precios contratados

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 5% del importe total del presupuesto contractual.

En caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el contrato o condiciones particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

5.1.7.5 Acopio de materiales

El Contratista tendrá la obligación de ejecutar los acopios de los materiales y equipos de la obra que el Cliente titular o Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Cliente titular, serán de su exclusiva propiedad.

Su almacenamiento y conservación quedará bajo responsabilidad del Contratista.

5.1.7.6 Bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Contratista a la Dirección Facultativa, esta advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutadas, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales

o similares, se lo notificará por escrito al Contratista, con el fin de que este haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por la Dirección Facultativa.

Si hecha esta notificación al Contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, la Propiedad queda facultada para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del 15% que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Contratista en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

5.1.7.7 Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización de la Dirección Facultativa, emplease materiales de mayor calidad o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto, sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra o, en general, introdujese en esta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que fuera beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada o adjudicada.

5.1.7.8 Abono de trabajos presupuestados con partida al alza

Salvo que se indique expresamente lo contrario en otro documento, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que se expresan a continuación:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse; en dicho caso, la Dirección Facultativa indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje fijado en el presente pliego en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

5.1.7.9 Pagos y demoras

Los pagos se efectuarán por la Propiedad en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por la Dirección Facultativa, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en la demora de pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

5.1.7.10 Indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación de las obras en caso injustificado se establecerá en un tanto por mil (‰) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

5.1.7.11 Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa hubiera que valorar unidades de obra defectuosas, pero aceptables a juicio de la Dirección Facultativa, esta determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo en el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

5.1.8 Legislación

5.1.8.1 Jurisdicción

En vista de todas las cuestiones, litigios o diferencias que pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Director de Obra, y en último término a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia al fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto, quedando obligado también al cumplimiento de todo lo establecido en la legislación laboral, de Seguridad Social y de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Serán a cargo y cuenta del Contratista el vallado y seguridad de la parcela, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen actos que mermen o alteren la propiedad, poniendo en conocimiento de la Dirección Facultativa dichos actos en caso de suceder.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política urbana y a las ordenanzas municipales vigentes en los aspectos que afecten a la obra, en la localidad en que la edificación esté emplazada.

5.1.8.2 Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, y siendo en todo caso, el único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidad en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que se preceptúan en la legislación vigente, para evitar en lo posible accidentes a obreros o viandantes, no solo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que puedan sobrevenir por no cumplir el contratista las disposiciones vigentes en la materia, este o sus representantes en la obra serán los únicos responsables, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido, sucedan en el lugar donde se efectúen las obras o espacios contiguos. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir justificante de su cumplimiento cuando sea requerido.

5.1.8.3 Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Compañía Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Cliente para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Cliente podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda

resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por la Dirección Facultativa.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía y, si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Cliente, a objeto de recabar de este su previa conformidad o reparos.

5.1.8.4 Pago de tasas e impuestos

El pago de impuestos y tasas en general, municipales o de otro origen, cuyo pago ha de hacerse durante la ejecución de las obras por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo del Contratista, salvo que se indique lo contrario en las condiciones particulares del proyecto. No obstante, el Contratista será reintegrado de todos aquellos conceptos que la Dirección Facultativa considere justo.

5.1.8.5 Ampliaciones y prórrogas

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado o modificado.

El Contratista quedará obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección Facultativa de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente que fuera necesaria.

Asimismo, si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, este no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del contrato, previo informe favorable por técnico competente externo a la empresa. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

5.1.8.6 Rescisión del contrato

Se considerarán las siguientes causas como suficientes para la rescisión del contrato:

- 1) La muerte o incapacidad del representante legal o titular del contrato de adjudicación por parte del Contratista.
- 2) La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, la Propiedad puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derecho a indemnización alguna.

- 3) Alteraciones en el contrato por las siguientes causas:
 - a) La modificación del proyecto que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución presente como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos el 40%, como mínimo, de algunas unidades del proyecto modificadas.
 - b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40% como mínimo, de las unidades del proyecto modificadas.
- 4) La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, la no iniciación de la obra por causas ajenas al Contratista dentro del plazo de 3 meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- 5) La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- 6) El no dar comienzo el Contratista a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
- 7) El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- 8) La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
- 9) El abandono de la obra sin causa justificada.
- 10) La mala fe en la ejecución de los trabajos.

5.2 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

5.2.1 Generalidades

Siempre que no se especifique lo contrario en otro documento del proyecto, la alimentación de energía eléctrica a la instalación se realizará con tensiones de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro, con una frecuencia de 50 Hz.

Se procurará repartir la carga entre las distintas fases y circuitos, de forma que no se originen desequilibrios en la red.

Se verificará el conjunto del cableado conforme a los esquemas eléctricos proporcionados.

El conjunto de la instalación se regirá por los requisitos marcados bien en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, bien en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión, así como las normas UNE, IEC y similares que actúen dentro del ámbito particular para cada tipo de dispositivo, aparato o componente de la instalación eléctrica.

Para cualquier contrariedad entre los datos o prescripciones emitidos en este pliego de condiciones particulares con respecto a los de otros documentos del proyecto, lo establecido por el pliego tendrá carácter predominante, siempre bajo juicio de la Dirección Facultativa.

5.2.2 Centro de transformación

5.2.2.1 Obra civil

Los trabajos de obra civil para el asentamiento del edificio prefabricado estarán realizados de acuerdo a la norma UNE-EN 62271-202, con los materiales adecuados y de acuerdo con el proyecto, esquemas o planos, así como con las indicaciones del fabricante del edificio.

Se realizará una acera perimetral y equipotencial en todo el perímetro del edificio prefabricado, con una anchura mínima de un metro. El acabado superficial de esta acera será hormigón, baldosa o el consensuado con la Dirección Facultativa. En casos excepcionales las dimensiones de esta acera podrán ser modificadas bajo aprobación de la Dirección Facultativa.

Los acabados exteriores podrán ser aportados por el fabricante del edificio prefabricado, o bien aplicados directamente en obra, debiendo ser acordes al entorno en que se ubique el CT y en cualquier caso a las exigencias y condicionados por los organismos públicos afectados.

El forjado de la envolvente que albergue el centro de transformación tendrá una carga portante mínima de 3500 kg/m².

El acceso al centro de transformación será desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal, vehículos y material en todo momento. Si esto no fuera viable se facilitará en la medida de lo posible estas condiciones. En todo caso será de acuerdo al proyecto entregado a la Propiedad.

Se comprobará el buen funcionamiento de las puertas de acceso al centro, tanto para personal como para materiales, las cuales deberán abrirse para un ángulo mínimo de 180°.

El local contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, con el fin de asegurar la inaccesibilidad de personas ajenas al servicio. El sistema de cierre se efectuará mediante cerradura normalizada por la Compañía Eléctrica suministradora.

La superficie y colocación de las rejillas de ventilación se corresponderán con lo indicado en el plano o la memoria del proyecto. Las rejillas darán siempre al exterior del edificio y no podrá haber ningún obstáculo que impida la entrada y salida del aire. Las rejillas no permitirán la entrada de objetos desde el exterior, y podrán colocarse insertadas en las puertas de acceso.

Se verificarán las dimensiones generales del CT, que deberán ser las indicadas en el proyecto, así como el buen estado del galvanizado y protecciones superficiales adicionales que llevara. En ningún caso se reducirán las distancias mínimas reglamentarias.

La mampara de protección del transformador deberá cumplir con las cotas que se indican en los planos o memoria del proyecto así como su correcta fijación y nivelación. En todo caso las cotas mínimas serán las reglamentarias (máximo hueco inferior 0,30 m, y altura mínima 1,80 m desde el suelo).

La capacidad del depósito de recogida de aceite que se encuentra bajo el transformador debe ser la indicada en la memoria. Este depósito estará dotado de rejilla apagafuegos, con balastro de tamaño de 5 cm en toda su superficie, o sistema equivalente.

Se comprobará el número y diámetro de los tubos de entrada de las líneas de alta y baja tensión al centro, y que sus cantos estén redondeados en ambos extremos. Su sellado se efectuará siempre por la vía pública, mediante mortero ignífugo o sistema equivalente en los tubos vacíos, y, en los que están ocupados por una línea se rellenará con mortero ignífugo o sistema equivalente previa separación de los cables entre sí a fin de poder introducirlo entre ellos.

5.2.2.2 Celdas de alta tensión

Las celdas con que constará el centro de transformación serán de tipo modular, con envolvente metálica y aislamiento en gas de hexafluoruro de azufre (SF₆), según lo establecido por UNE-EN 62271-200 y UNE-EN 62271-1.

La instalación se realizará de acuerdo con los detalles especificados en los planos. Se comprobará de forma especial la nivelación de las celdas con el fin de poder realizar correctamente la apertura y cierre de los elementos que componen la celda.

Asimismo, se verificará toda la secuencia de maniobras y enclavamientos propios de cada celda.

Se comprobará la presión del SF₆ en cada celda con un manómetro al objeto de verificar el correcto funcionamiento de las mismas.

Se verificará la correcta instalación y conexionado de los transformadores de intensidad y su sistema de tierras en celda protección para consumidor.

Se verificará la correcta identificación y marcado de cada una de las celdas de AT.

5.2.2.3 Transformador de potencia

Las operaciones de carga, descarga y entrada al local del CT deberán efectuarse con el cuidado requerido para que no resulten dañados los elementos más frágiles del transformador (pasatapas, mirilla de aceite, termómetro, etc.).

El transformador de potencia será instalado sobre el soporte correspondiente. Con el fin de reducir y eliminar la transmisión de las vibraciones de los transformadores de distribución a la estructura del edificio, se instalará en cada punto de apoyo un amortiguador de baja frecuencia, hasta 5 Hz, especialmente diseñado para la suspensión de transformadores. Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador a instalar. Este sistema proporcionará además el anclaje del transformador impidiendo su desplazamiento fortuito y/o paulatino a lo largo del tiempo, no autorizándose ningún otro sistema de anclaje que pudiera propiciar la transmisión mecánica de ruidos o vibraciones a otros elementos del local.

Los transformadores serán trifásicos de clase B2, con el núcleo y arrollamientos sumergidos en aceite aislante, previsto para instalación interior o exterior indistintamente, 50 Hz, servicio continuo y refrigeración natural ONAN, y deberán cumplir con lo establecido por las normas UNE-EN 60076 y UNE-EN 50464.

Los transformadores dispondrán de pasatapas abiertos o enchufables en función de la potencia a instalar.

La ventilación del transformador se realizará mediante el flujo natural no forzado de aire entre las rejillas dispuestas en la envolvente del centro, siendo la inferior la que actúa de entrada y la superior de salida del fluido.

5.2.2.4 Cuadro de baja tensión

Se ubicará en la parte indicada en el proyecto y quedará correctamente fijado y nivelado.

Se verificará la presencia de placa de protección aislante en el embarrado de baja tensión del cuadro, y capuchones aislantes en las pletinas de conexión de los puentes de baja tensión.

El cuadro de baja tensión dispondrá de mínimo una toma de corriente monofásica para labores de mantenimiento, así como de sus elementos de protección y de los circuitos de alumbrado como interruptores automáticos magnetotérmicos e interruptores diferenciales.

Se revisarán los transformadores de intensidad del cuadro de baja tensión, comprobando que están preparados para el sistema de telegestión y analizador de redes del propio cuadro.

Se comprobará la correcta identificación y marcado de cada una de las salidas de baja tensión del cuadro.

5.2.2.5 Conexiones

La conexión eléctrica entre la línea de alta tensión y el transformador se realizará con cable de aluminio de 50 mm² de sección y tipología 12/20 kV HEPRZ1, tomando como referencia las normas particulares de la Compañía Eléctrica suministradora y las prescripciones marcadas por el RAT.

Su instalación y conexión se efectuará de acuerdo con las indicaciones reflejadas en el proyecto y bajo las indicaciones de la Dirección Facultativa y/o la Compañía Eléctrica.

La conexión entre el transformador y el cuadro de baja tensión se realizará con cable de aluminio/XLPE de 240 mm² de sección y tipología 0,6/1 kV RZ1, tomando como referencia las normas particulares de la Compañía Eléctrica suministradora y las prescripciones marcadas por el REBT.

La tornillería será de acero galvanizado o inoxidable.

5.2.2.6 Medida de energía y protección

La medida del consumo de energía eléctrica se realizará desde la celda correspondiente del centro de transformación, por lo tanto en media tensión al ser de tipo abonado.

Las características de los equipos encargados de la medida, tanto para los que están instalados en la celda de alta tensión, como para los del cuadro de contadores junto al cuadro general de distribución, corresponderán con las indicadas en la memoria del proyecto.

La protecciones contra sobrecargas del transformador será ajustada según las indicaciones de la Compañía Eléctrica y/o la Dirección Facultativa, así como el resto de protecciones eléctricas presentes en el centro de transformación.

5.2.2.7 Puestas a tierras del CT

El centro de transformación estará provisto de una instalación de puesta a tierra independiente de la del edificio, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación, y que estará a su vez compuesta por las tierras protección y servicio.

Se realizará el estudio del sistema óptimo de puesta a tierra con objeto en ningún punto normalmente accesible de la instalación eléctrica donde las personas puedan circular o permanecer, exista el riesgo de estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella.

El sistema de puesta a tierra adoptado cumplirá las prescripciones recogidas en la Reglamentación Vigente ITC-RAT 13.

Se deberán conectar a la puesta a tierra de protección las siguientes partes de la instalación:

- El mallazo equipotencial existente del CT.
- Las masas de alta y baja tensión.
- Las pantallas metálicas de los cables.
- Las armaduras metálicas interiores de la edificación y las tapas de las canaletas.
- La cuba metálica y los carriles de los transformadores de distribución.
- Las bandejas metálicas de los cables.
- Los pararrayos de alta tensión en caso de haberlos.

No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

La línea de tierra interior de protección recorrerá todo el perímetro interior del CT y estará formada por un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección que irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final en una caja de seccionamiento. Esta red de tierras se unirá mediante conductor de cable unipolar de cobre desnudo de 50 mm² de sección al electrodo de puesta a tierra de protección.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a la tierra de servicio, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra.

Esta toma de tierra conectará el borne del neutro del transformador de distribución, mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm² de sección, a una caja de seccionamiento. A continuación, se unirá mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm² de sección al electrodo de puesta a tierra de servicio.

Las características de los electrodos y sus condiciones de instalación serán las especificadas en el documento de la memoria del proyecto, debiéndose comprobar previo montaje que no poseen ningún defecto o desperfecto que pudiera limitar su trabajo.

En la ejecución de la puesta a tierra deberá cumplirse lo siguiente:

- Los elementos conectados a tierra llevarán un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.
- Todos los elementos que la constituyen estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
- La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista sea igual o inferior a 50 V.
- No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores del centro de transformación.

Además, se dejará previsto un punto accesible y señalizado pero protegido de la red de tierras de protección para la medida de esta, el cual conectará con la red exterior de puesta a tierra de protección, pudiendo ser seccionable.

Una vez terminada la instalación de tierra, se procederá a la realización de las verificaciones correspondientes a fin de comprobar el cumplimiento de la reglamentación vigente tal como se prescribe en la instrucción ITC-RAT 13. Si fuese necesario se harán las modificaciones oportunas con la finalidad de obtener unos valores que se mantengan dentro de los rangos reglamentarios.

El estado de la instalación de puesta a tierra deberá ser comprobado periódicamente.

5.2.2.8 Instalaciones secundarias

El circuito de alumbrado y la situación de los puntos de luz, así como la de las tomas de corriente, se realizarán siguiendo el trazado y la ubicación marcados en el plano correspondiente y deberán responder a los detalles constructivos para cada tipo de receptor, y siendo en todo caso alimentados por el cuadro de baja tensión del CT.

Para el alumbrado interior del CT se instalarán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel mínimo de iluminación de 200 lux. Estos puntos se situarán de manera que

pueda efectuarse la sustitución de las luminarias sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El accionamiento del alumbrado general se realizará de modo manual con interruptores que estén situados en la proximidad de las puertas de acceso o automático ante la apertura de estas.

Independientemente del alumbrado general, existirá un alumbrado de emergencia con alimentación autónoma, estanco, de tecnología LED, el cual entrará en funcionamiento automáticamente ante una falta de servicio, y que proporcionará un nivel de iluminación no inferior a 5 lux durante un periodo de tiempo mínimo de 1 hora.

5.2.2.9 Reconocimientos, pruebas y ensayos

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones, escombros, etc.

Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas ha sido ejecutada de modo correcto, terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará especial atención a la verificación de los siguientes puntos:

- Secciones y tipos de los conductores y cables utilizados.
- Formas de ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Tipo, tensión e intensidad nominal y funcionamiento de los aparatos de maniobra, mando, protección y medida.
- Geometría de las obras de fábrica, foso del transformador y del propio CT.
- Estado de los revestimientos, pinturas y pavimentos y ausencia en estos de grietas, humedades y penetración de agua.
- Acabado, pintura y estado de la carpintería metálica.
- Ejecución de los sistemas de ventilación y de iluminación.

Una vez terminado este reconocimiento, se procederá por parte de la entidad o entidades acreditadas por los Organismos Públicos competentes a las siguientes pruebas y ensayos:

- Medición de la resistencia de aislamiento de la instalación, de la resistencia del sistema de tierra y de las tensiones de paso y contacto.

- Pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás apartamentas, así como todos los elementos móviles y enclavamientos.
- Verificación del cableado conforme a los esquemas eléctricos.
- Ensayo a la tensión de frecuencia industrial especificada en la norma UNE-EN 62271-200 del circuito principal durante un minuto.
- Medición de la resistencia de aislamiento entre los conductores de alta tensión y tierra. En caso de ser posible se procederá a la puesta en tensión de la red en vacío y volviendo a medir la resistencia de aislamiento.
- Ensayo dieléctrico sobre los circuitos auxiliares y de control de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

5.2.2.10 Condiciones de seguridad en la puesta en servicio

Para la protección del personal y equipos en las operaciones que deba realizarse, se garantizará lo siguiente:

- No será posible acceder a las zonas en tensión, si estas no han sido puestas a tierra previamente. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas debe interesar al mando del aparato principal del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso de los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF₆. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de alta y baja tensión y sobre el operador.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios. Los mandos de la apartamentas estarán situados frente al operario en el momento de realizar la maniobra.

Asimismo, el CT deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del local no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

La instalación eléctrica estará correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Antes de la puesta en servicio en carga, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

5.2.3 Red subterránea para distribución en baja tensión

5.2.3.1 Características de los cables

Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Tendrán una protección adecuada contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y una resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos pertinentes.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la norma UNE-HD 603. Tendrán una sección adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas siendo como mínimo, en todo caso, de 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² para los de aluminio.

Si la distribución se hace con 2 o 3 conductores de fase, la sección del neutro será iguala a la de estos; en caso de más conductores de fase, su sección se regirá por lo establecido en la tabla 1 de la ITC-BT 07 del REBT.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, temperaturas máximas, condiciones de instalación y demás disposiciones relativas a las redes subterráneas para distribución en baja tensión, serán acordes a las tablas correspondientes de la ITC-BT 07.

5.2.3.2 Instalación de los cables

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y a ser posible paralelo a referencias fijas como líneas de fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos fijados por los fabricantes a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor, se podrá instalar más de un conductor por fase, siempre y cuando se empleen conductores del mismo material, sección y longitud, y los cables se agrupen al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.

Los cables aislados podrán instalarse de cualquiera de las maneras siguientes:

- Directamente enterrados, con una profundidad hasta la parte inferior del cable no menor de 0,60 m en acera ni 0,80 m en calzada.
- En canalizaciones entubadas, conforme a lo estipulado por la ITC-BT 21 y siempre con un circuito como máximo por tubo.
- En galerías, pudiendo ser galerías visitables o zanjas registrables. En caso de ser visitables, los pasillos de circulación para personas tendrán unas dimensiones mínimas de 0,90 m de ancho por 2 m de alto y tener unas condiciones apropiadas de ventilación y temperatura (40°C máximo). Las zanjas deberán tener estanqueidad de los cierres y buena renovación del aire para evitar acumulaciones de gas y mejorar la disipación de calor.
- En atarjeas o canales revisables, siendo recomendable la separación de cables de distintas tensiones y debiendo renovar el aire periódicamente.
- En bandejas, soportes, palomillas o sujetos directamente en paredes, únicamente para subestaciones e instalaciones eléctricas similares y en zonas interiores de edificios a resguardo de la intemperie.

Los cables subterráneos enterrados directamente en el terreno deberán cumplir, además de los requisitos reseñados por REBT, las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de baja tensión.

Se tendrán en cuenta los siguientes requisitos cuando se dé la posibilidad de cruzamientos de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados con:

- Calles y carreteras: los cables se colocarán en el interior de tubos conforme a lo indicado por la ITC-BT 21, recubiertos de hormigón y a una profundidad mínima de 0,80 m, quedando perpendiculares al eje vial cuando sea posible.
- Ferrocarriles: los cables se introducirán en tubos como conforme al dictamen de ITC-BT 21, recubiertos de hormigón y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto la parte inferior de la traviesa, quedando perpendiculares a la vía cuando sea posible.
- Otros cables eléctricos: siempre que sea viable, los cables de baja tensión se dispondrán por encima de los de alta, respetando unas distancias mínimas de 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con otros de baja tensión.
- Cables de telecomunicaciones: la separación mínima entre estos cables y los de baja tensión será de 0,20 m.

- Canalizaciones de agua y gas: siempre que sea viable, los cables de baja tensión se instalarán por encima de estas canalizaciones, dejando una distancia mínima entre ellos de 0,20 m.
- Conducciones de alcantarillado: los cables se pasarán por encima de las conducciones cuando sea posible y sin incidir en su interior, pudiendo hacerse a través de pared si se verifica que esta no ha quedado debilitada.
- Depósitos de carburante: los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según la ITC-BT 21, distarán como mínimo 0,20 m del depósito y los extremos de los tubos le rebasarán en 1,5 m.

De la misma manera, se procurará, en la medida de lo posible, que los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados no queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones antes expuestas, debiéndose cumplir unos requisitos de instalación cuando esto suceda.

Así, estos podrán instalarse paralelamente a otros cables eléctricos si se separan unas distancias mínimas de 0,10 m y 0,25 m con respecto a cables de baja y alta tensión respectivamente.

La distancia mínima de los cables de baja tensión en este supuesto a canalizaciones de agua y gas y cables de telecomunicaciones será de 0,20 m.

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzcan en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

5.2.4 Instalaciones interiores

5.2.4.1 Caídas de tensión e intensidades máximas admisibles

Los conductores y cables empleados en las instalaciones serán de aluminio o cobre y siempre de tipo aislado, salvo cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como indica la ITC-BT 20 del REBT.

En el caso de instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5%.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Las intensidades máximas admisibles se regirán en su totalidad con las disposiciones establecidas por la norma UNE-HD 60364-5-52, recogidas en la tabla 1 de la ITC-BT 19.

5.2.4.2 Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deberán ser fácilmente reconocibles, sobre todo en relación a los neutros y a los de protección, mediante los colores de sus aislamientos.

Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea el cambio de un conductor de fase a neutro, estos se identificarán por el color azul. Los conductores de protección se identificarán por el color verde-amarillo, mientras que los de fase o, en su caso, aquellos para los que no se prevea su cambio a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.

En las líneas trifásicas, cuando se necesite reconocer 3 fases distintas, además del marrón y el negro se utilizará como color de identificación el gris.

Cuando un determinado cable o un grupo de ellos no tengan aplicadas diferentes coloraciones o no sean las apropiadas según lo dispuesto en párrafos anteriores, estos se deberán identificar correctamente mediante los medios apropiados, como señalizaciones, argollas, etiquetas, etc.

5.2.4.3 Conductores de protección

Se aplicará para estos conductores de la instalación lo dispuesto en la norma UNE-HD 60364-5-54.

Para su montaje se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

- En el caso de aplicarse diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno un conductor de protección distinto. Los sistemas a utilizar estarán de acuerdo con los indicados en la norma UNE-HD 60364-1. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia mecánica según la instrucción ITC-BT 21.
- No se podrá utilizar un mismo conductor de protección para instalaciones con tensiones nominales diferentes.
- Con conductores activos en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro al conductor de protección, el cual deberá presentar el mismo aislamiento que los otros conductores. Si el conductor de protección se instala fuera de esta canalización seguirá el curso de la misma.
- Para canalizaciones móviles, todos los conductores incluyendo el de protección irán por la misma canalización.
- En canalizaciones que incluyan conductores con aislamiento mineral, la cubierta exterior de esos conductores podrá utilizarse como conductor de protección de los

circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada y su conductividad sea como mínimo igual a la estipulada por la norma UNE-HD 60364-5-54.

- Cuando las canalizaciones estén constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético, o por cables que contengan una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos cables que los conductores activos.
- Los conductores de protección deberán estar adecuadamente protegidos contra los deterioros mecánicos y químicos que pudieran darse, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.
- Las conexiones de los conductores de protección se realizarán por medio de uniones soldadas ausentes de ácido o por piezas de conexión de apriete por rosca, debiendo ser accesibles para verificación y ensayo. Estas piezas serán inoxidable y, en caso de usar tornillos de apriete, estarán previstos para evitar su desapriete y atenderán a las prescripciones de la norma UNE-EN 60998-2-1.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

5.2.4.4 Conexiones

La conexión de los conductores de la instalación se realizará siempre bien mediante el empleo de bornes de conexión adecuados y montados de manera individual o agrupados constituyendo regletas de conexión, o bien mediante bridas de conexión. Bajo ningún concepto se harán dichas conexiones mediante uniones o derivaciones con arrollamientos o retorcimientos de los conductores entre sí de manera manual.

Las conexiones deberán realizarse en el interior de cajas de empalme o de derivación, salvo en los casos indicados por la instrucción técnica ITC-BT 21.

En el caso de uniones entre conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres de la forma más uniforme posible.

Si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

5.2.4.5 Sistemas de instalación

Los sistemas de instalación de las instalaciones interiores deberán tener en consideración los principios fundamentales de la norma UNE-HD 60364-5-52.

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deberán estar de acuerdo con la tabla 1 de la ITC-BT 21, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones de las normas de canalizaciones correspondientes.

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de la situación deberán estar de acuerdo con la tabla 2 de la ITC-BT 20.

La instrucción citada del REBT menciona unos requisitos particulares en función de los distintos sistemas de instalación considerados:

- Conductores aislados bajo tubos protectores: los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V y los tubos cumplirán con lo establecido por la instrucción técnica ITC-BT 21.
- Conductores aislados fijados directamente a la pared: estas instalaciones se establecerán de acuerdo a lo indicado por la norma UNE-HD 60364-5-52 y estarán compuestas por cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV y provistos de aislamiento y cubierta.
- Conductores aislados enterrados: las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada de 0,6/1 kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.
- Conductores aislados empotrados directamente en estructuras: para estas canalizaciones serán necesarios conductores aislados con cubierta. La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente.
- Conductores aéreos: para las canalizaciones con conductores aéreos que no estén fijados directamente a la pared, se cumplirá con lo establecido por la instrucción ITC-BT 06 del REBT.
- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción: los cables utilizados en este caso serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, tal y como indica la norma UNE-HD 60364-5-52, y se podrán instalar directamente en los huecos los cables de clase de reacción mínima al fuego E_{ca} y los tubos que sean no propagadores de la llama. Las dimensiones mínimas de los huecos y los requisitos de instalación seguirán las disposiciones de la norma mencionada.

- Conductores aislados bajo canales protectores: los canales deberán satisfacer las condiciones establecidas en la ITC-BT 21 en relación a sus características e instalación, además de lo dispuesto por las normas UNE-EN Serie 50085 y UNE-HD 60364-5-52. Según esta normativa, en los canales protectores de grado IP4X o superior se podrá utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V, colocar mecanismos siempre que se fijen de acuerdo a las instrucciones del fabricante y realizar empalmes y conexiones en su interior; para los que tengan un grado de protección inferior a IP4X solo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, con tensión asignada mínima de 300/500 V.
- Conductores aislados bajo molduras: estas instalaciones podrán usarse únicamente en locales o emplazamientos secos, temporalmente húmedos o polvorientos, y los cables serán de tensión asignada mínima de 450/750 V. Las ranuras de las molduras tendrán unas dimensiones tales que permitan la instalación de cables sin dificultad, procurándose no colocar más de un conductor por ranura. Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta que estas no deberán presentar discontinuidad en toda su longitud; que las canalizaciones podrán colocarse a nivel del techo, encima de los rodapiés (a 1,5 cm del suelo si son ranurados) o en ausencia de estos a 10 cm por encima del suelo; que en presencia de cruces con otro tipo de canalizaciones las separaciones serán de 1 y 3 cm en caso de usar molduras especiales o tubos rígidos empotrados respectivamente; que las conexiones y derivaciones de los conductores se harán mediante dispositivos de conexión con tornillo o equivalentes; que las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por materiales, debiendo quedar su cubierta al aire; y que antes del montaje, en caso de ser de madera, deberá asegurarse que la pared está suficientemente seca o proceder a su separación de esta por medio de un producto hidrófugo en caso contrario.
- Conductores aislados en bandejas: solo se podrán utilizar conductores aislados con cubierta unipolares o multipolares, con tensión asignada mínima recomendada de 0,6/1 kV según lo establecido por las normas UNE-HD 60364-5-52 y UNE-EN 61537. Las bandejas metálicas deberán conectarse a la red de tierra, y podrán soportar cajas de empalme y/o derivación.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas: deberán tener un grado de protección adecuado a las características del local por el que discurren. Las canalizaciones prefabricadas para iluminación deberán ser conformes con las especificaciones de la norma UNE-EN 60570, mientras que las utilizadas para uso general atender a lo dispuesto en la norma UNE-EN 61439-6.

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de conductores.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad a lo largo de toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedad bastante diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana, vidrio u material aislante adecuado, dispuesta de tal modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.
- En el caso de que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, este se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más restrictivas.
- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, estos se dispondrán en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm; si exceden se dispondrán tubos conformes a la tabla 3 de la ITC-BT 21. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán convenientemente redondeados, o en su defecto estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o dispositivos equivalentes. También podrán emplearse para proteger los conductores tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan de protección suplementaria los cables provistos de armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, salvo cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.
- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aperturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.
- Los pasos realizados con conductores aislados bajo molduras no podrán exceder de 20 cm; si exceden los pasos deberán efectuarse mediante tubos.
- En los pasos de techo por medio de tubo, este estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior sobresaldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 cm en otro caso. Cuando el paso

se efectúe mediante otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible y de clase y resistencia al fuego, como mínimo, igual a la de los materiales de los elementos que atraviesa.

5.2.4.6 Tubos protectores

Las características mínimas de los tubos en función del tipo de instalación se atenderán a lo marcado por la instrucción ITC-BT 21 del REBT y sus tablas 1 a 9, ambas incluidas.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones que siguen:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local de la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a la norma UNE-EN 61386-22.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados estos y sus accesorios, disponiendo que en tramos rectos no estén separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores a contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm.
- La conexión de los conductores se realizará siempre bien mediante el uso de bornes de conexión adecuados y montados de manera individual o agrupados constituyendo regletas de conexión, o bien mediante bridas de conexión, atendiendo a lo establecido por la norma UNE-EN Serie 60998. Bajo ningún concepto se harán dichas conexiones

mediante uniones o derivaciones con arrollamientos o retorcimientos de los conductores entre sí.

- Para no dañar el aislamiento de los conductores durante su montaje por su roce con los bordes de los tubos, los extremos de estos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o equivalentes, o bien los bordes estarán redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deberán ponerse a tierra, estableciendo una distancia máxima de 10 m entre puestas a tierra consecutivas para tubos metálicos flexibles, y quedando en cualquier caso su continuidad eléctrica asegurada.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas, las canalizaciones se protegerán utilizando métodos eficaces tales como pantallas de protección calorífugas, alejamiento de las fuentes, modificación de los materiales aislantes, etc.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial, se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas, distanciadas entre sí 0,5 m como máximo, y a una altura recomendable mínima de 2,5 m sobre el suelo. Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, siendo como máximo las desviaciones de su eje respecto de la línea de unión de los extremos de un 2%. Además, en los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta unas rozas suficientes para que la capa que recubra a los tubos sea de espesor 1 cm (0,5 cm en los ángulos) en caso de montaje en el interior de elementos constructivos. Únicamente podrán instalarse ente forjado y revestimiento en planta tubos que deberán quedar cubiertos por una capa mínima de 1 cm de hormigón o mortero más el revestimiento. Además, en los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o provistos de codos o "T", admitiéndose para este último caso solo los provistos de tapas de registro, las cuales quedarán accesibles y desmontables una vez acabada la obra. Para los tubos empotrados en paredes las distancias máximas

recomendables serán de 0,5 m hasta el suelo o techos para los recorridos horizontales, y de 0,2 m hasta los ángulos de las esquinas para los verticales.

El montaje de tubos al aire solo estará permitido para la alimentación de maquinaria o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo, y se tendrá en cuenta que la longitud total de la conducción nunca excederá de 4 m y no empezará a una altura inferior de 2 m sobre el suelo.

5.2.4.7 Cuadros de distribución

El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 A se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tengan acceso las personas ajenas a su uso y mantenimiento o no autorizadas a su manipulación, separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, siempre de acuerdo a las disposiciones de la Compañía Eléctrica y/o la Dirección Facultativa.

En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

Las dimensiones de los cuadros serán tales que pueda caber toda la aparamenta y dispositivos en su interior sin necesidad de forzar la instalación de dichos componentes. La altura mínima al suelo de los cuadros será tal que para su manipulación y mantenimiento no sea necesario adoptar posturas incómodas o usar útiles auxiliares como escaleras o bancos, pudiéndose en cualquier caso instalarse sobre el suelo.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE-EN 60670-1 y UNE-EN 61439-3, con unos grados de protección mínimos IP30 e IK07.

Todos los cuadros de distribución de la instalación estarán debidamente señalizados y en su exterior constará, a modo de placa metálica, sus principales características eléctricas, además de las señales de peligro correspondientes.

5.2.4.8 Otras disposiciones

Las instalaciones se subdividirán en la medida de lo posible para que en caso de fallos o perturbaciones originadas por averías, solo se pierda suministro de energía en una parte de las mismas, permitiendo a las demás seguir con su funcionamiento normal. Esto se consigue gracias a la selectividad de los dispositivos de protección instalados, que deberán actuar en consecuencia en caso de producirse dichas perturbaciones.

Siempre que sea posible, para tener en el mayor equilibrio en la carga de los conductores de la instalación, se procurará que dicha carga quede repartida entre sus fases.

Se podrán desconectar de la fuente de alimentación todas las instalaciones cuyo origen esté en una línea general de alimentación, así como aquellas cuyo origen se encuentre en un cuadro de mando o distribución, admitiendo como dispositivos de desconexión los cortacircuitos fusibles, los seccionadores, los bornes de conexión y los interruptores con separación de contactos mayor de 3 mm o nivel de seguridad equivalente.

Asimismo, serán susceptibles de la instalación de dispositivos para la conexión y desconexión en carga en una sola maniobra toda instalación interior en su origen, circuitos principales y cuadros secundarios, receptores, circuitos auxiliares para mando o control, toda instalación de elevación o transporte, todo circuito de baja tensión que alimente tubos de descarga en alta tensión, toda instalación en locales con riesgo de incendio o explosión, instalaciones de intemperie, circuitos con origen en cuadros de distribución, instalaciones de acumuladores y circuitos de salida de generadores. Dichos dispositivos podrán ser interruptores manuales, interruptores automáticos con accionamiento manual, contactores de pulsador, cortacircuitos fusibles de accionamiento manual y similares o clavijas de tomas de corriente con intensidad nominal no superior a 16 A.

En lo referente a la resistencia de aislamiento de la instalación, deberá presentar unos valores al menos iguales a los de la tabla 3 de la ITC-BT 19 del REBT. Este aislamiento se entiende para una instalación en la cual la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que las componen no exceda de 100 m. Si excede de ese valor se fraccionará la instalación en partes de 100 m, obteniendo una resistencia de aislamiento para cada una de ellas; en caso de no poder fraccionarse se admitirá que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total, en hectómetros, de las canalizaciones. La medida del aislamiento se efectuará con relación a tierra y entre

conductores, mediante un generador de corriente continua capaz de suministrar las tensiones de ensayo especificadas en la tabla 3 citada y con una corriente de 1 mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de la instalación, será tal que una vez desconectados los receptores, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio en voltios y con un mínimo de 1500 V. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro, con relación a tierra y entre conductores, salvo para aquellos materiales y equipos en los que el fabricante ya haya realizado y justificado adecuadamente dicho ensayo de manera previa.

5.2.5 Puesta a tierra

5.2.5.1 Uniones a tierra

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deberán ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto, y siempre a una profundidad mínima desde la parte superior del electrodo de 0,50 m.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase II de la norma UNE-EN 60228.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

La sección de los conductores de tierra deberá satisfacer las prescripciones marcadas por la ITC-BT 18 del REBT y ser acordes a los valores establecidos en la tabla 1 de dicha instrucción.

Deberá preverse para toda instalación eléctrica al menos un borne principal de tierra, al cual se conectarán los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial y de puesta a tierra funcional.

Asimismo, deberá preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente.

La sección de los conductores de protección será la indicada por la tabla 2 de la ITC-BT 18, o bien se podrá obtener por cálculo según indica la norma UNE-HD 60364-5-54. Como dichos conductores podrán utilizarse multiconductores, conductores aislados o desnudos con una envolvente común a la de los activos o conductores separados desnudos o aislados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no se conectarán en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas.

La toma de tierra auxiliar del dispositivo deberá ser eléctricamente independiente de todos los elementos metálicos puestos a tierra, tales como elementos de construcción metálicos, conducciones metálicas, cubiertas metálicas de cables, etc., y su unión debidamente aislada. Se cumplirá esta condición si la toma de tierra auxiliar se instala a una distancia suficiente de todo elemento metálico puesto a tierra, tal que quede fuera de la zona de influencia de la puesta a tierra principal.

5.2.5.2 Conductores de equipotencialidad

La sección del conductor principal de equipotencialidad deberá ser como mínimo la mitad de la del conductor de protección de mayor sección de la instalación, con un mínimo de 6 mm² (2,5 mm² si fuera de cobre).

Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por la combinación de ambos.

5.2.5.3 Resistencia de las tomas de tierra

El valor de la resistencia de tierra de toda instalación será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en locales o emplazamientos conductores, o 50 V en los demás casos. Si las condiciones de la instalación fueran tales que se puedan dar tensiones de contacto superiores a estos valores, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante los dispositivos de corte adecuados.

La resistencia de los electrodos dependerá de sus dimensiones, de su forma geométrica y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad cambia de un punto a otro del terreno, y vendrá condicionada por la profundidad, humedad y temperatura.

No se recomienda la instalación de electrodos en los estratos del terreno a través de los cuales puedan fluir corrientes de agua, quedando prohibido su instalación a este efecto de forma parcial o totalmente inmersos en ella.

Antes de la instalación de la red de tierras, se recomienda hacer un estudio para conocer la resistividad y condiciones del terreno en que fuera dispuesta dicha red. En caso de no poder

llevarse a cabo el estudio, se trabajará con los valores orientativos y medios aproximados proporcionados por las tablas 3 y 4 de la instrucción ITC-BT 18 del REBT.

5.2.5.4 Separación entre tomas de tierra y revisiones

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto a potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección, no están unidas a la toma de tierra de protección del centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro, las masas de la instalación puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia del párrafo anterior, entre las puesta a tierra de las masas de las instalaciones respecto a la puesta a tierra de protección del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan las 3 siguientes condiciones:

- a) No exista canalización metálica conductora que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización sea de al menos igual a 15 m para terrenos con resistividad menor de 100 Ω .m. (Para terrenos mal conductores esta distancia se calculará de acuerdo a lo marcado en la ITC-BT 18).
- c) El centro de transformación esté situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, esté establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Solo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización y la puesta a tierra de protección del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada, definida por el RAT en su instrucción ITC-RAT 13.

Toda instalación de puesta a tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

La comprobación de la instalación de puesta a tierra se llevará a cabo por personal técnicamente competente, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con urgencia los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada 5 años.

5.2.6 Protecciones

La instalación deberá disponer de un interruptor automático magnetotérmico o equivalente en cabecera que actúe como dispositivo general de protección y con un poder corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4500 A como mínimo; deberá ser de corte omnipolar, con posibilidad de accionamiento manual y dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. A este interruptor podrá añadirse la correspondiente protección diferencial acorde a las características que demande la instalación.

Se deberá instalar al menos un dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos por circuito, si bien se podrá proteger contra contactos directos e indirectos varios circuitos con un mismo diferencial correctamente dimensionado, provocando la apertura del circuito o circuitos que protegen cuando en alguno de ellos se produzcan corrientes de defecto, y pudiéndose prescindir en ese caso del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de instalarse más de un interruptor diferencial en serie, deberá existir una selectividad entre ellos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protejan. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protejan.

Los interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24 del REBT.

En lo referente a protección contra sobretensiones se atenderá a lo dispuesto por la ITC-BT 23.

Los dispositivos de protección deberán cumplir en todo caso con las disposiciones en cuanto a características e instalación marcadas por el REBT y la normativa UNE, prestando especial

atención a las normas UNE-HD Serie 60364-4, UNE-EN 60898-1, UNE-EN 60947-2, UNE-EN 61008-1 y UNE-EN 61009-1.

Todos los dispositivos de protección de la instalación deberán estar perfectamente identificados y en los mismos deberán aparecer marcadas sus características de funcionamiento principales.

5.2.7 Receptores

5.2.7.1 Motores

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque deberán estar dimensionados, asimismo, para el 125% de la intensidad a plena carga del rotor. En caso de alimentar a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de más potencia más la intensidad a plena carga de los demás.

Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios no podrán tener una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga en el rotor.

Los motores deberán estar protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Asimismo, los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma IEC 60364-4-45.

5.2.7.2 Alumbrado de interior y exterior

Las luminarias de la instalación serán conformes a los requisitos establecidos por la norma UNE-EN Serie 60598.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de clase II o clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra.

Los portalámparas de las luminarias deberán ser alguno de los tipos, formas y dimensiones establecidos por la norma UNE-EN 60061-2.

En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

La instalación irá provista de un interruptor de corte onnipolar, situado en la parte de baja tensión, y la protección contra contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos indicados en la instrucción ITC-BT-24.

En lo referente al alumbrado exterior, los soportes de las luminarias serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento. Los soportes que lo requieran, deberán poseer una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra, siempre con grados de protección IP44 e IK10, y la instalación eléctrica de su interior deberá adoptar las prescripciones marcadas por la ITC-BT 09 del REBT.

Los equipos eléctricos de las luminarias de exterior podrán ser de tipo interior o exterior, debiendo para este último caso tener unos grados de protección IP54 e IK08, y estando cada punto de luz protegido adecuadamente contra sobreintensidades.

Las luminarias de exterior deberán ser de clase eléctrica I o II, y la resistencia de puesta a tierra para este tipo de instalaciones será tal que, a lo largo de su vida útil y en cualquier época del año no se puedan dar tensiones de contacto mayores de 24 V.

Las disposiciones de puestas a tierra y protección contra contactos directos e indirectos cumplirán con lo establecido en la instrucción técnica ITC-BT 09.

5.2.7.3 Alumbrado de emergencia

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

El alumbrado de seguridad estará previsto para empezar a funcionar automáticamente cuando se produzca un fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este caiga por debajo del 70% de su valor nominal, siendo su instalación fija y con fuentes propias.

El alumbrado de emergencia de la instalación atenderá a las condiciones marcadas por la ITC-BT 28 del REBT y las normas UNE-EN 1838 y UNE-EN 60598-2-22, teniendo en consideración estas disposiciones para cada tipo de alumbrado:

- Alumbrado de evacuación: en rutas de evacuación, deberá proporcionar a nivel de suelo una iluminancia mínima de 1 lux, y en los puntos de equipos de protección contra incendios y cuadros de distribución dicho nivel será como mínimo de 5 lux, siempre actuando durante al menos 1 hora y con una uniformidad luminosa máxima en el eje de los pasos de 40.
- Alumbrado de ambiente: deberá proporcionar durante al menos 1 hora una iluminancia mínima de 0,5 lux en todo el espacio del local desde el suelo hasta 1 m de altura, con una uniformidad luminosa en dicho espacio menor de 40.
- Alumbrado de zonas de alto riesgo: deberá proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal (tomando el valor mayor) durante un tiempo tal que permita abandonar los trabajos o la zona de alto riesgo, con una uniformidad luminosa menor de 10.
- Alumbrado de reemplazamiento: deberá permitir acabar los trabajos con seguridad cuando la iluminación sea inferior a la normal, siendo el tiempo mínimo de funcionamiento de 2 horas en salas de tratamiento, quirófanos, paritorios, urgencias, etc.

El alumbrado de seguridad será de obligada instalación en todas aquellas zonas y locales según las indicaciones de la ITC-BT 28 para locales de pública concurrencia, y también en las zonas clasificadas como de riesgo especial por el Artículo 19 de la Norma Básica de Edificación CTE-DB-SI.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir la norma UNE-EN 60598-2-22 y su normativa particular en relación al tipo de luminaria que constituya.

Las luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la norma citada del párrafo anterior.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con un calibre máximo de 10 A . Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz; en caso de haber en el local considerado varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, estos deberán ser repartidos al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, si se instalan sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción, estarán separadas de estas por tabiques incombustibles no metálicos.

5.2.7.4 Tomas de corriente

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores serán del tipo indicado a las especificaciones de la norma UNE 20315, al igual que las bases móviles, las ejecuciones fijas y las clavijas.

En las instalaciones diferentes a las indicadas en la instrucción ITC-BT 25 del REBT, se admitirán también las tomas de uso industrial como estipula la norma UNE-EN 60309.

De cualquier manera, todas las bases para tomas de corriente de la instalación deberán llevar un contacto para toma de tierra.

5.2.8 Compensación del factor de potencia

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 1, podrán ser compensadas, pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse bien por cada receptor o grupo de receptores que funcionen simultáneamente y se conecten por medio de un sólo interruptor, o bien para la totalidad de la instalación. En este último caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea mayor de un $\pm 10\%$ del valor medio obtenido durante un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, los condensadores irán provistos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

Las características de los condensadores y su instalación deberán ser conformes a lo establecido en las normas UNE-EN 60831-1 y UNE-EN 60831-2.

Los condensadores que no lleven alguna indicación de temperatura máxima admisible no se podrán utilizar en lugares con una temperatura ambiente de 50°C o mayor.

Si la carga residual de los condensadores pudiera poner en peligro a las personas, llevarán un dispositivo automático de descarga o se colocará una inscripción que advierta este peligro.

Los condensadores deberán estar adecuadamente protegidos cuando se vayan a utilizar con sobrecargas superiores a 1,3 veces la intensidad correspondiente a la tensión asignada a frecuencia de red, excluidos los transitorios.

Los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre las capacidades.

5.2.9 Inspecciones, documentación y puesta en servicio de las instalaciones

5.2.9.1 Documentación de las instalaciones

Las instalaciones, en el ámbito de aplicación del presente REBT, deberán ejecutarse sobre la base de una documentación técnica que, en función de su importancia, deberá adoptar una de las siguientes modalidades:

- Proyecto: redactado y firmado por técnico titulado competente, en cuya memoria deberán aparecer los datos relativos a la propiedad, emplazamiento y uso a que se destina, características y secciones de los conductores a utilizar, características y diámetros de los tubos para canalizaciones, relación nominal de los receptores que se prevean instalar y su potencia, esquemas unifilares de la instalación, características y puntos de utilización de los dispositivos de corte y protección, croquis de su trazado y cálculos justificativos del diseño. Los planos adjuntos serán los suficientes en número y detalle, tanto para dar una idea clara de las disposiciones que pretenden adoptarse en las instalaciones, como para que el instalador autorizado que ejecute la instalación disponga de todos los datos necesarios para la realización de la misma.
- Memoria Técnica de Diseño: redactada sobre impresos y según modelo determinado por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de proporcionar los principales datos y características de diseño de las instalaciones. Además de los datos citados anteriormente, este documento deberá incluir también la identificación de la persona que firma la memoria y justificación de su competencia y una pequeña memoria descriptiva.

Necesitarán elaboración de Proyecto o Memoria Técnica de Diseño aquellas instalaciones indicadas por la instrucción técnica complementaria ITC-BT 04 del REBT.

5.2.9.2 Ejecución y tramitación de las instalaciones

Todas las instalaciones en el ámbito de aplicación del REBT deberán ser efectuadas por los instaladores en baja tensión a los que se refiere la instrucción técnica ITC-BT-03 y, en caso de que requieran proyecto, su ejecución deberá contar con la dirección de un técnico titulado competente.

En caso de que el instalador considere que el Proyecto o Memoria Técnica de Diseño no se ajusta a lo establecido en el REBT, deberá, por escrito, poner tal circunstancia en conocimiento del autor de dichos documentos y del Cliente. Si no hubiera acuerdo entre las partes se someterá la cuestión al Órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que este resuelva en el más breve plazo posible.

Al término de la ejecución de la instalación, el instalador realizará las verificaciones que resulten oportunas, en función de las características de aquella, según se especifica en la ITC-BT-05 y en su caso todas las que determine la Dirección Facultativa. Las instalaciones indicadas en dicha instrucción técnica deberán ser objeto de una inspección inicial por parte del Organismo de Control correspondiente.

Una vez finalizadas las obras y realizadas las verificaciones e inspecciones correspondientes, el instalador o empresa instaladora deberá emitir un Certificado de Instalación, según modelo establecido por la Administración, que deberá contener los datos referentes a las principales características de la instalación, la potencia prevista de la instalación, el certificado del Organismo de Control que hubiera realizado la inspección inicial con calificación favorable, la identificación del instalador autorizado responsable de la instalación y la declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del REBT y, en su caso, con las especificaciones particulares aprobadas a la Compañía Eléctrica, así como, según corresponda, con el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño.

Antes de la puesta en servicio, el instalador autorizado deberá presentar ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, a objeto de su inscripción en el correspondiente registro, el Certificado de Instalación con su correspondiente anexo de información al usuario, por quintuplicado, al que se acompañará, según el caso, el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño, así como el certificado de Dirección de Obra firmado por el correspondiente técnico titulado competente, y el certificado de inspección inicial con calificación favorable del Organismo de Control, si procede.

El Órgano competente de la Comunidad Autónoma deberá diligenciar las copias del Certificado de Instalación y, en su caso, del certificado de inspección inicial, devolviendo cuatro al instalador autorizado, dos para sí y las otras dos para la propiedad, a fin de que ésta pueda, a su vez, quedarse con una copia y entregar la otra a la Compañía Eléctrica, requisito sin el cual esta no podrá suministrar energía a la instalación, salvo lo indicado en el Artículo 18.3 del REBT.

5.2.9.3 Puesta en servicio de las instalaciones

La Propiedad, Cliente titular o Promotor de la instalación deberá solicitar el suministro de energía a la Compañía Eléctrica mediante entrega del ejemplar del Certificado de Instalación, la cual podrá realizar, a su cargo, las verificaciones que considere oportunas, en lo que se refiere al cumplimiento de las prescripciones del REBT.

Cuando los valores obtenidos en las verificaciones sean inferiores o superiores a los señalados respectivamente para el aislamiento y corrientes de fuga en la ITC-BT 19, la Compañía Eléctrica no podrá conectar a su red las instalaciones receptoras.

En dichos casos, esta deberá extender un acta, el cual deberá ser firmada también por la Propiedad, dándose por enterada. El citado documento, en el plazo más breve posible, se pondrá en conocimiento del Órgano competente de la Comunidad Autónoma, quien determinará lo que proceda.

5.2.9.4 Inspecciones

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser realizadas por las empresas instaladoras que las ejecuten.

De acuerdo con lo indicado en el Artículo 20 del REBT, sin perjuicio de las atribuciones que, en cualquier caso, ostenta la Administración Pública, los agentes que lleven a cabo las inspecciones de las instalaciones eléctricas de baja tensión deberán tener la condición de Organismos de Control, según lo establecido en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, acreditados para este campo reglamentario.

Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma UNE-HD 60364-6.

Las inspecciones podrán ser tanto iniciales, antes de las puestas en servicio de las instalaciones, como periódicas, normalmente en un número específico de años.

Serán objeto de inspección inicial, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, las instalaciones que así se indican en la instrucción ITC-BT 05.

Asimismo, será objeto de inspección periódica toda instalación eléctrica en baja tensión que precise inspección final según lo establecido en el párrafo anterior, con una periodicidad de 5 años; las instalaciones comunes de edificios de viviendas con una potencia total instalada superior a 100 kW deberán inspeccionarse al menos una vez por cada 10 años.

Los encargados de realizar las inspecciones, en presencia de la empresa instaladora si así lo desea esta, serán los Organismos de Control, los cuales, como resultado de dichas inspecciones, emitirán un Certificado de Inspección con su correspondiente calificación, que podrá ser:

- Favorable, cuando no se detecte la presencia de defectos muy graves o graves. Los defectos leves se anotarán para que la Propiedad los subsane antes de la próxima inspección.
- Condicionada, cuando se detecte al menos un defecto grave o un defecto leve que no fuera corregido desde la anterior inspección. A este efecto, las instalaciones nuevas no podrán ser suministradas de energía eléctrica hasta subsanar los defectos y se

obtenga una calificación favorable; a las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo no superior a 6 meses para que corrijan los defectos encontrados.

- Negativa, cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso, las instalaciones nuevas no podrán entrar en servicio hasta subsanar los defectos y se obtenga una calificación favorable; a las instalaciones ya en servicio en este supuesto se les emitirá un Certificado negativo que se remitirá al Órgano Competente de la Comunidad Autónoma correspondiente.

Atendiendo a lo dispuesto, se considerarán defectos leves todos aquellos que no supongan un peligro para las personas o los bienes y cuya aparición no condicione el uso efectivo o funcionamiento de la instalación; serán defectos graves aquellos que no supongan un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes pero que puedan llegar a serlo al originarse un fallo, o aquellos que puedan reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación; y serán defectos muy graves todos aquellos constituyan un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes.

La clasificación de los distintos tipos de defectos leves, graves y muy graves, así como su identificación y consideraciones, atenderá a lo dispuesto en la ITC-BT 05 del REBT.

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1 INTRODUCCIÓN

6.1.1 Autor del estudio básico de seguridad y salud

D. Pablo Liaño Fernández, con titulación de graduado en Ingeniería Eléctrica.

6.1.2 Identificación de la obra

La obra se encuentra bajo dirección Polígono Industrial de Barros, nº 9 Suelo, Los Corrales de Buelna, 39408 (Cantabria).

Tipo y denominación	Instalación eléctrica en nave industrial
Emplazamiento	Polígono Industrial de Barros, nº 9
Plazo de ejecución previsto (días)	28
Nº máximo de operarios	8

6.1.3 Datos del solar

El solar tiene forma de trapecioide con su lado sur redondeado, y datos de interés:

Superficie de la parcela (m ²)	2333
Límites de la parcela	Viales del polígono, nave y parcelas colindantes
Acceso a la obra	Vial del polígono
Topografía del terreno	Plano, sin accidentes
Edificios colindantes	Nave industrial a nordeste

6.1.4 Servicios higiénicos

La obra cuenta con los siguientes servicios higiénicos:

- Caseta de obra con vestuarios.
- Caseta de obra con lavabo y retrete.

6.1.5 Asistencia sanitaria

Se destacan los siguientes puntos de asistencia sanitaria:

Nivel de asistencia	Centro	Distancia de la obra
Primeros auxilios	Botiquín	En la propia obra
Centro de urgencias	Centro de Salud de Los Corrales de Buelna	4 km
Centro hospitalario	Hospital Sierrallana	15 km

6.1.6 Teléfonos y direcciones de interés

Emergencias Cantabria	061/ 112
Ayuntamiento (Los Corrales de Buelna)	942 83 12 35/ Avenida de Cantabria, 3
Centro de Salud (Los Corrales de Buelna)	942 83 32 24/ Calle Capitán Cortés, s/n
Hospital Sierrallana (Torrelavega)	942 84 74 00/ Barrio de Ganzo, s/n
Policía Local (Los Corrales de Buelna)	942 83 04 95/ Calle Almte. Pero Niño, s/n
Guardia Civil (Los Corrales de Buelna)	942 83 02 41/ Avenida de Cantabria, s/n
Policía Nacional (Torrelavega)	942 88 16 26/ Calle Joaquín Hoyos, 18
Protección Civil (Los Corrales de Buelna)	942 83 20 74/ Calle Numancia, 1

6.2 OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente estudio básico de seguridad y salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto de este estudio básico de seguridad y salud es el establecimiento de las directrices básicas generales respecto a la prevención de riesgos de accidentes, enfermedades profesionales y daños a terceros, encaminadas a disminuir en lo posible los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como la minimización de las consecuencias de los mismos que se produzcan durante la ejecución de los trabajos del estudio que nos ocupa.

A efectos de este Real Decreto, la obra en proyecto se refiere a la instalación eléctrica de la nave destinada a carpintería metálica, de nueva construcción. La instalación eléctrica de la nave se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, la obra proyectada requiere en la fase de proyecto la redacción del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, por cuanto dicha obra, dada su pequeña dimensión y la sencillez de ejecución, no se incluye en ninguno de los supuestos contemplados en el Artículo 4 del RD 1627/1997, puesto que:

- El Presupuesto de Ejecución por Contrata es inferior a 450.759,08 € (75 millones de pesetas).
- La duración estimada de la obra no es superior a 30 días, durante los cuales no se va a emplear en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

- El volumen de mano de obra estimado, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500 días de trabajo.
- No se trata de obras en túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas.

El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto mencionado.

Asimismo, este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al Artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, cada empresa contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

6.3 NORMATIVA SOBRE SEGURIDAD Y SALUD

Según el Artículo 14 del Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se establecen los siguientes puntos:

- Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con su trabajo.
- El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- El coste de las medidas relativas a la seguridad y salud en el trabajo no recaerá de manera alguna sobre los trabajadores.

Para la realización del presente estudio, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa tanto general como particular, ordenada según fecha de emisión y sin carácter exhaustiva:

6.3.1 Normativa general

- Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, y sus posteriores modificaciones.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 2001/1983, de 28 de julio, sobre regulación de la jornada de trabajo, jornadas especiales y descansos, y sus posteriores modificaciones.
- Orden de 20 de septiembre de 1986 por la que se establece el modelo de libro de incidencias correspondientes a las obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo.
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y sus posteriores modificaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, y su modificación por el Real Decreto 598/2015.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, y su modificación por el Real Decreto 2177/2004.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, y sus posteriores modificaciones.
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, y su modificación por el Real Decreto 560/2010.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, y su modificación por el Real Decreto 330/2009.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, y sus posteriores modificaciones.

- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro, y sus posteriores modificaciones.
- Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley reguladora de los residuos, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.
- Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención, y su modificación por el Real Decreto 901/2015.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, y sus posteriores modificaciones.
- Disposiciones, normas y especificaciones de los equipos, dispositivos, aparamenta y demás ámbitos que permitan minimizar los riesgos eléctricos, prescritas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión.
- Normas UNE, IEC, ISO, etc. particulares para cada tipo de Equipo de Protección Individual utilizado durante la ejecución de la obra.

6.3.2 Normativa sobre Equipos de Protección Individual (EPIs)

- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual.
- UNE-EN 341: 2011 (Equipos de protección individual contra caída de altura. Dispositivos de rescate).
- Normas UNE, IEC, ISO, etc. particulares para cada tipo de Equipo de Protección Individual utilizado durante la ejecución de la obra.

6.3.3 Normativa sobre instalaciones, equipos de obra y medios auxiliares

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, y su modificación por el Real Decreto 2177/2004.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, y su modificación por el Real Decreto 494/2012.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 365/2009, de 20 de marzo, por el que se establecen las condiciones y requisitos mínimos de seguridad y calidad en la utilización de desfibriladores automáticos y semiautomáticos externos fuera del ámbito sanitario.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Normas UNE, IEC, ISO, etc. particulares que establezcan prescripciones en materia de seguridad y salud en el trabajo.

6.4 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Este estudio básico de seguridad y salud está elaborado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto, nombrado por el Promotor de la obra con el propósito de estudiar y cumplir los principios básicos de la acción preventiva, tales como:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización y la influencia de los factores ambientales del trabajo.

- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

6.5 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, el Promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la Dirección Facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de un Coordinador, las funciones de este serán asumidas por la Dirección Facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. Según el Artículo 7.2 del Real Decreto 1627/1997, el Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado por el Coordinador de seguridad antes de empezar la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, según el Artículo 18.1 del citado Real Decreto, el Promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

6.6 DATOS GENERALES

6.6.1 Tipo de trabajo

El trabajo a realizar consiste en la instalación eléctrica de una nave industrial dedicada al desarrollo de carpintería metálica como actividad profesional, de nueva construcción, en la que se incluye el montaje de un centro de transformación de abonado de tipo prefabricado.

6.6.2 Actividades principales

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados anteriormente son básicamente las siguientes:

- Transporte de materiales.
- Carga y descarga de materiales.
- Instalación y cableado de instalación eléctrica.

Más adelante se analizarán los riesgos previsibles inherentes a los mismos y se describirán las medidas de protección previstas en cada caso.

6.6.3 Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

El período de tiempo estimado para la ejecución de las obras del proyecto en cuestión es de 28 días.

El número aproximado de trabajadores previstos para realizar las distintas actividades del proyecto será de 4 a 6 trabajadores, estimándose una punta máxima de 8 trabajadores.

El Presupuesto total de Ejecución Material asciende a la cantidad de 248.831,12 €.

6.7 ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

En este apartado se identifican los riesgos laborales y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. En un principio se hará mención a las actividades de ejecución previstas que afectan a la totalidad de la obra (derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones de herramientas eléctricas), y posteriormente a los riesgos específicos derivados de cada actividad.

Siempre que sea posible se dará prioridad a uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior al de las protecciones individuales.

6.7.1 Riesgos generales

Se consideran riesgos generales aquellos que puedan afectar a todos los trabajadores independientemente de la actividad que realicen. Se destacan los siguientes:

- Caídas de operarios al vacío.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Choques o golpes contra objetos.
- Caídas de objetos sobre personas.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruidos y vibraciones.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos.

- Contactos eléctricos indirectos.
- Inhalaciones de vapores y gases.
- Incendios y explosiones.
- Derivados de medios auxiliares usados.

6.7.2 Protecciones colectivas

Las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos son las siguientes:

6.7.2.1 Disposiciones mínimas generales

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas. Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de materiales y útiles. Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- Los restos de materiales y escombros se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos, en cumplimiento de la Disposición Final Primera del Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso lumbares, y que establece:
 - En circunstancias especiales, de forma esporádica y en condiciones seguras, se podrán manipular cargas de hasta 40 Kg de peso.
 - El peso máximo que se recomienda no sobrepasar (en condiciones ideales de manipulación) es de 25 Kg.
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.
- El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.
- Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.
- Se comprobará la estabilidad del lugar de trabajo, así como la existencia de las protecciones que fuesen necesarias para evitar caídas a distinto nivel (Andamios tubulares que cumplan las normas UNE-EN 12810-1 y UNE-EN 12810-2. El acceso

se realizará por el interior mediante escalerillas instaladas en plataformas provistas de trampilla. Su montaje será realizado por una empresa especializada).

- Queda terminantemente prohibido la formación de andamios mediante bidones, bloques, cajas de materiales, etc.
- Las escaleras de mano cumplirán con el Real Decreto 2177/2004.
- Todos los trabajadores serán informados de los riesgos existentes en la obra y las medidas preventivas necesarias.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con líneas eléctricas.
- Se prohibirá el acceso a toda persona ajena a la obra.

6.7.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a las instalaciones eléctricas provisionales en obras

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- El aislamiento de los conductores no presentará defectos apreciables (rasgones, hendiduras, desgastes o similares). No se admitirán tramos defectuosos.
- En el lugar de trabajo, se dispondrá como mínimo de 1 extintor de CO₂ para fuegos de tipo eléctrico.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre cables eléctricos que puedan pelarse y producir accidentes.
- Solo se utilizará material eléctrico en perfecto estado de conservación, debiéndose renovar dicho material en cuanto se aprecie deterioro en sus partes aislantes.
- Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).
- Los empalmes provisionales entre cables, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Los cables de las alargaderas, por ser provisionales y de corta estancia, pueden llevarse tendidos por el suelo, pero arrimados lo mayor posible a las paredes.
- Los cuadros eléctricos se montarán sobre tableros de madera colocados sobre las paredes o bien sobre estructuras firmes acondicionadas para tal uso.

- Los cuadros provisionales de obra estarán debidamente homologados y cumplirán con las disposiciones marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como con las normas UNE-EN 60670-1 y UNE-EN 61439-3.
- Los cuadros provisionales de obra dispondrán de certificado CE de conformidad del conjunto y alcanzarán un grado de protección IP55. Tendrán bases de enclavamiento que permitan el corte de suministro de forma individual y seta de seguridad para desactivar el conjunto en caso de emergencia. Todos los cuadros dispondrán de candado de seguridad o similar para impedir el acceso a las protecciones por personal no autorizado.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades mínimas:
 - 300mA para la alimentación de maquinaria.
 - 30mA para la alimentación de maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30mA para la alimentación de instalaciones eléctricas de alumbrado.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- Se prohibirá el manejo de aparatos eléctricos o la manipulación de instalaciones eléctricas a personas no designadas para ello, o que no tengan la formación adecuada.
- No se permitirán las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

6.7.2.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a las máquinas-herramienta

- Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por una carcasa.
- Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.
- Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.
- Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada según lo establecido por las normas UNE-EN 12464-1 y UNE-EN 12464-2.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.
- Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual tendrán un interruptor o seta de seguridad para desactivar el conjunto en caso

de emergencia. Además no se ubicarán a distancias inferiores a 3 m del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos. Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como norma general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas situadas en el elemento a cortar.

- Con las pistolas de clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.
- Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros y rozaduras inclinadas a pulso y en una sola maniobra, y se tratará de no recalentar las brocas y discos.
- Los compresores serán de tipo silencioso con la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventones.
- Las herramientas de mano estarán en buenas condiciones, y se llevarán enganchadas con mosquetón para evitar su caída a otro nivel.
- Se deberá seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de esta.





6.7.3 Señalizaciones

La señalización es necesaria siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva o de medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos de atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, etc., así como de las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se señalarán con especial atención las conducciones eléctricas en servicio y aquellos puntos que se encuentren bajo tensión.

Para la señalización se utilizarán los siguientes colores:

Color	Significado	Indicaciones a seguir	Ejemplo
Verde	Lugares o situaciones seguras	Situación de normalidad/ Puertas y salidas	
Amarillo/ Naranja	Advertencias	Precaución	
Rojo	Prohibiciones/ Alarmas/ Peligros	Comportamientos peligrosos/ Alto, Parada, Identificación	
Azul	Obligaciones	Uso de EPIs	

En cualquier caso advertirán de la presencia de riesgos no evidentes e informarán sobre el estado de las instalaciones; se empleará con el criterio dispuesto en el Artículo 4 del Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

6.7.4 Riesgos y medidas específicas

Se consideran riesgos específicos, los riesgos determinados por una actividad concreta y que solamente afectan al personal que realiza trabajos en la misma.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados anteriormente, más los riesgos específicos derivados de su actividad.

A continuación se procede a analizar las actividades más significativas en la ejecución del presente proyecto:

6.7.4.1 Transporte de material

Actividad	Riesgos	Medidas preventivas
Transporte de material	<p>Caídas de objetos</p> <p>Golpes por objetos</p> <p>Derivados de la circulación de vehículos</p> <p>Vuelcos de maquinaria</p>	<p>Materiales perfectamente sujetos a las cajas de los vehículos mediante estrobos y eslingas</p> <p>Los materiales no deben sobresalir de las cajas más de lo legalmente establecido</p> <p>Perfecta señalización en caso de que sobresalgan (nunca transversalmente)</p> <p>Transporte mediante vehículos autorizados por el Contratista y siguiendo las indicaciones de la Dirección Facultativa de la obra</p> <p>El peso de carga no debe exceder del autorizado por los organismos oficiales</p>

6.7.4.2 Acopio, carga, descarga y almacenamiento de material

Actividad	Riesgos	Medidas preventivas
Acopio, carga, descarga y almacenamiento de material	<p>Choques contra objetos</p> <p>Vuelcos de maquinaria</p> <p>Cortes</p> <p>Rozaduras y arañazos</p> <p>Sobreesfuerzos</p> <p>Golpes</p> <p>Heridas</p> <p>Caídas de objetos</p> <p>Atrapamientos</p>	<p>Utilización de estrobos de poliéster y eslingas forradas de plástico en carga y descarga</p> <p>Cargas y descargas de bobinas mediante cuerdas y rampas</p> <p>Adecuación de las cargas</p> <p>Mantenimiento de los equipos</p> <p>Caminos despejados en el desplazamiento de bobinas y calzado de estas cuando se utilicen</p> <p>Utilización de EPIs</p> <p>Intercalado de cuñas apiladoras en el almacenamiento de aisladores</p> <p>Control de maniobras</p> <p>Vigilancia continuada</p>

6.7.4.3 Trabajos en instalaciones eléctricas

Todo personal que realice trabajos eléctricos, deberá ser especialista y conocer perfectamente los peligros que entraña su manejo y la forma de evitarlo.

Se debe prestar especial atención a la adopción de las 5 Reglas de Oro, las cuales son una serie de pasos secuenciales de obligado cumplimiento a realizar para minimizar el riesgo eléctrico en trabajos sin tensión, y que se encuentran reguladas en España por el Real Decreto 614/2001 en su Anexo II:

- 1) Desconectar mediante corte visible o efectivo todas las fuentes posibles de tensión de la instalación.
- 2) Prevenir cualquier realimentación mediante el enclavamiento, bloqueo y señalización de los dispositivos de corte.
- 3) Verificar la ausencia de tensión de las partes activas de la zona de trabajo, así como de las masas accesibles que puedan quedar en tensión de forma eventual.
- 4) Poner a tierra y en cortocircuito todas las fuentes posibles de tensión.
- 5) Señalizar y delimitar la zona de trabajo, tanto en superficie como en altura, mediante elementos de alta visibilidad.

Los riesgos y medidas preventivas consideradas para trabajos en instalaciones eléctricas con y sin tensión y trabajos en instalaciones eléctricas provisionales para obras son los siguientes:

Actividad	Riesgos	Medidas preventivas
Trabajos en instalaciones eléctricas con tensión	Choques eléctricos	Apertura y cierre de las fuentes de tensión de manera visible o efectiva y con dispositivos adecuados para ello
	Cortes por manejo de herramientas	Enclavamiento y bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte cuando se usen
	Cortes por manejo de guías y conductores	Verificación de ausencia de tensión de las partes activas cuando se desconecten las fuentes
	Explosiones	Utilización de accesorios aislantes para cubrir los conductores desnudos y herrajes de acuerdo a la tensión máxima de servicio
	Incendios	
	Quemaduras	Utilización de plataformas, banquetas o

		<p>alfombras aislantes para la tensión máxima de servicio</p> <p>Utilización de herramientas apropiadas para la máxima tensión de servicio</p> <p>Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas</p> <p>Señalización e indicación de zonas en tensión mediante elementos de alta visibilidad</p> <p>Formación continua para todo el personal que vaya a acceder a las instalaciones eléctricas</p>
Trabajos en instalaciones eléctricas sin tensión	<p>Choques eléctricos</p> <p>Cortes por manejo de herramientas</p> <p>Cortes por manejo de guías y conductores</p> <p>Explosiones</p> <p>Incendios</p> <p>Quemaduras</p>	<p>Apertura, con corte visible o efectivo, de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y/o seccionadores que aseguren la imposibilidad de cierre intempestivo, señalizando que se están realizando trabajos en la red</p> <p>Enclavamiento y bloqueo, en caso de ser posible, de los aparatos de seccionamiento, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo. Si no es posible el bloqueo, un empleado permanecerá en lugar próximo al seccionamiento hasta la finalización del trabajo</p> <p>Comprobación mediante verificador adecuado de la ausencia de tensión de las partes activas y masas accesibles que susceptibles de quedar en tensión</p> <p>Puesta a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión</p> <p>Señalización y/o delimitación la zona de trabajo mediante el uso de elementos de alta visibilidad</p> <p>No restablecer el servicio sin comprobar antes que existen personas trabajando y que se han retirado las puestas a tierra y en cortocircuito</p> <p>Utilización de herramientas y medios auxiliares apropiados</p> <p>Formación continua para todo el personal que vaya a acceder a las instalaciones eléctricas</p>

Trabajos en instalaciones eléctricas provisionales para obras		<p>La instalación eléctrica cumplirá con lo establecido en el REBT (y el RAT para aparataje en alta tensión). Los cuadros provisionales deberán estar homologados y cumplir las disposiciones del Reglamento y las normas UNE-EN 60670-1 y UNE-EN 61439-3</p>
	Choques eléctricos	La instalación dispondrá de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos debidamente dimensionadas
	Cortes por manejo de herramientas	Las tomas de corriente que alimenten maquinaria se protegerán con diferenciales de 30 mA, de la misma manera que los circuitos de alumbrado
	Cortes por manejo de guías y conductores	
	Explosiones	El aislamiento de los conductores y partes activas no podrá presentar desperfectos que pongan en peligro a personas o bienes en la obra, siendo los cables de tipo intemperie y con una resistencia a esfuerzos mecánicos adecuada
	Incendios	
	Quemaduras	<p>Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente de tipo hembra, de forma que aseguren el aislamiento</p> <p>Todas las masas de los equipos deberán ser puestas a tierra</p>

6.7.4.4 Uso de maquinaria y medios auxiliares

Actividad	Riesgos	Medidas preventivas
Uso de maquinaria y medios auxiliares	Caídas desde altura	Las superficies de apoyo de andamios y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia para evitar hundimientos
	Caídas del andamio por vuelco	Los andamios cumplirán con las disposiciones de UNE-EN 12810-1 y UNE-EN 12810-12. Su montaje será realizado por empresa especializada
	Vuelcos o deslizamientos de escalera	Se anclará el andamio en puntos resistentes cuando la estabilidad del conjunto sea dudosa
		Los andamios y plataformas de trabajo deberán

		<p>tener piso antideslizante horizontal y al menos 60 cm de anchura</p> <p>Las plataformas que tengan un riesgo de caída a distinto nivel superior a 2 m se protegerán mediante barandillas rígidas y resistentes en sus lados laterales y trasero</p> <p>Se instalarán cuerdas o cables fijadores para sujeción de los cinturones de seguridad en los casos en que no sea posible montar barandillas de protección o sea necesario desplazarse sobre estructuras. En este caso se utilizarán cinturones de seguridad con arnés provisto de absorción de energía</p> <p>Las escaleras de mano estarán provistas de puntas antideslizantes en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior, debiéndose en cualquier caso apoyarse sobre superficies planas y antideslizantes</p> <p>Si las escaleras se apoyasen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción</p> <p>Las escaleras de tijera o dobles, estarán provistas de cadenas que impidan su apertura al ser utilizadas y topes en su extremo superior</p> <p>La longitud de las escaleras de mano será la necesaria para sobrepasar en al menos 1 m el punto de apoyo superior, siendo la máxima longitud permitida de 5 m, a menos que estén reforzadas en el centro</p> <p>Para alturas mayores de 7 m se deberán utilizar escaleras especiales susceptibles de ser fijadas por su cabeza y su base</p> <p>No se podrán utilizar simultáneamente por más de 1 trabajador</p> <p>Utilización de EPIs</p>
--	--	---

6.7.5 Riesgos laborales ajenos a la ejecución de la obra

Se consideran riesgos ajenos a la ejecución de la obra todos aquellos cuyo alcance quede fuera de las prescripciones de los puntos anteriores, y sean producidos por agentes externos a los trabajos que allí se llevan a cabo.

Para esta clase de riesgos, se adoptarán las principales medidas de prevención que siguen:

- Prohibición de entrada a la obra a toda persona que sea ajena a la misma.
- Instalación de un cercado provisional alrededor de los límites de la obra, el cual se completará con una medidas de señalización adecuadas.
- Instalación en lugar bien visible, en el acceso a obra, de señalización vertical de seguridad, advirtiendo de los peligros que en ella se pudieran dar.

6.8 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

A efectos del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, se entenderá por equipo de protección individual (por sus siglas EPI), cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Los EPIs se utilizarán cuando los riesgos no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente, por medios técnicos tales como la protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo, y queden aún una serie de riesgos de cuantía significativa.

Los equipos de trabajo se deben escoger en función de las condiciones y de las características particulares del trabajo con la ayuda de un análisis y una evaluación de los riesgos previos. El empresario debe poner a disposición de los trabajadores, según las necesidades, los equipos de protección individual y la ropa de trabajo apropiada y velar por su utilización efectiva.

A su vez, según el Artículo 10 del Real Decreto 773/1997, los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Utilizar y cuidar correctamente los EPIs.
- Colocar el EPI después de su utilización en un lugar indicado para ello.
- Informar a su superior directo de cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el EPI utilizado que, a su juicio, pueda entrañar una pérdida de su eficacia protectora.

La tabla de a continuación muestra los principales EPIs a respetar durante la ejecución de los trabajos en obra:

EPIs	Actividad o Puesto de trabajo	Protección obligatoria de la cabeza	Uso obligatorio de ropa de alta visibilidad	Protección obligatoria de las manos	Protección obligatoria de los pies	Protección obligatoria de la vista	Protección obligatoria del oído	Uso obligatorio de mascarilla protectora	Protección obligatoria de las vías respira.	Uso obligatorio de máscara para soldar	Prot. individual obligatoria contra caídas
	Generales de obra (encargados, promotor, etc.) y accesos a obra	✓	✓		✓						
	Trabajos en cubiertas				✓						✓
	Trabajos en andamios colgantes	✓	✓		✓						✓
	Trabajos en andamios tubulares	✓	✓		✓						✓
	Trabajos en escaleras de mano	✓	✓		✓						
	Trabajos en plataformas elevadoras	✓	✓		✓						✓
	Trabajos con herramientas manuales (martillos, cinceles, etc.)			✓	✓	✓					
	Trabajos con roscadora				✓	✓					
	Trabajos con amoladora			✓	✓	✓	✓	✓			
	Trabajos con taladro portátil			✓	✓	✓	✓	✓			
	Trabajos con martillo neumático		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
	Trabajos con rozadora			✓	✓	✓	✓	✓			
	Soldaduras con gas y oxicorte			✓	✓				✓	✓	
	Soldaduras eléctricas			✓	✓				✓	✓	
	Manipulaciones de material	✓	✓	✓	✓						

6.8.1 Listado indicativo de EPIs

No entran dentro de la definición de EPIs los equipos que son necesarios para la realización de maniobras que conlleven un riesgo eléctrico y que aportan seguridad a la persona que los maneja, tales como banquetas y pértigas aislantes, detectores de tensión, linternas de mano,

etc., así como tampoco la ropa de trabajo corriente ni los uniformes que no estén específicamente diseñados para proteger la salud o integridad física del trabajador.

Se prevé el uso en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones individuales en base a la parte del cuerpo humano que protejan:

6.8.1.1 Protectores de cabeza, oídos y ojos

- Cascos de seguridad homologados para las obras de construcción.
- Cascos de seguridad no metálicos, de clase N, aislados para baja tensión, para proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Prendas de protección para la cabeza (gorros o gorras de seguridad).
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de seguridad.
- Protectores auditivos independientes tipo orejeras o de tapón desechables.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas con filtros protectores.
- Pantallas faciales transparentes.
- Pantallas faciales homologadas para trabajos de soldadura (para cabeza o acoplable al casco de seguridad).

6.8.1.2 Protectores de manos y brazos

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes dieléctricos para trabajos en baja tensión.
- Guantes de goma finos para trabajos con hormigón.
- Muñequeras.
- Coderas.
- Mangos aislantes de protección en las herramientas.

6.8.1.3 Protectores de pies y piernas

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para trabajos en baja tensión.
- Botas de protección impermeables.
- Suelas amovibles.
- Rodilleras.

6.8.1.4 Protectores del cuerpo

- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección contra las agresiones mecánicas.
- Trajes impermeables de trabajo.

- Cinturones y fajas elásticas de sujeción del tronco.
- Cinturones y fajas antivibraciones.
- Cinturones portaherramientas.
- Cinturones de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Arnese homologados para los trabajos en altura.
- Dispositivos anticaída deslizante.
- Ropa y accesorios de señalización retrorreflectantes o fluorescentes (chalecos, brazaletes, guantes, etc.).
- Cremas de protección y pomadas para la piel.

6.9 ROPA DE TRABAJO

La empresa facilitará gratuitamente a los trabajadores ropa de trabajo que permita una fácil limpieza y sea adecuada para hacer frente a los rigores climáticos. Su utilización será obligatoria. En los trabajos especiales, que por la suciedad de los mismos, hagan que se produzca un deterioro más rápido en las prendas de trabajo, se repondrán estas con independencia de la fecha de entrega y de la duración prevista.

Cuando el trabajo se realice en medios húmedos, los trabajadores dispondrán de calzado y ropa impermeable.

La permanencia en los recintos de trabajo del personal técnico o directivo o incluso de simples visitantes, no les exime de la obligatoriedad del uso del casco protector o prendas de calzado apropiado si el caso lo requiriese.

6.10 FORMACIÓN

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, dando a conocer las técnicas preventivas y manteniendo la conciencia de la importancia de la seguridad de todo el personal.

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, de forma obligatoria, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, así como de las medidas de seguridad que deberán emplear para minimizar dichos riesgos.

La formación del personal será responsabilidad de cada empresa contratista y/o subcontratista que participe en los trabajos, siempre bajo la supervisión de la Dirección Facultativa de la obra.

6.11 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. También verificará la correcta elaboración del Plan de Autoprotección y/o Plan de Emergencia, en caso de ser obligatorios, según lo establecido por el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia. Este órgano, además, deberá supervisar la contratación de los servicios sanitarios en caso de accidente (tanto Asistencia Primaria como Especializada).

Partiendo de la base de la imposibilidad de conseguir un nivel de riesgo cero en el trabajo, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de las siguientes medidas:

6.11.1 Uso del botiquín

El lugar de trabajo deberá disponer de al menos un botiquín de primeros auxilios que contenga todo el material específico indicado por la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, así como de una zona habilitada para la prestación de primeros auxilios.

6.11.2 Asistencia a los accidentados

Se deberá informar al personal de la obra de la situación de los diferentes centros médicos (centros de salud, mutualidades laborales, hospitales, etc.) donde deba trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, taxis, ambulancias, etc., para garantizar un rápido y adecuado transporte de los posibles accidentados a los citados centros médicos de asistencia.

Como norma general, en presencia de un accidente laboral se actuará según el protocolo secuencial PAS (Proteger, Avisar y Socorrer) salvo que se indique lo contrario o la situación sea excepcional:

- 1) Proteger el lugar del accidente, asegurando la zona para evitar más daños o lesiones, tanto del accidentado como del resto de personas.
- 2) Avisar a los servicios de emergencia mediante los teléfonos habilitados para ello (061 o 112), dándoles las indicaciones oportunas de forma clara para que puedan actuar lo más rápido y eficientemente posible.

- 3) Socorrer a la persona o personas accidentadas, mediante la aplicación de primeros auxilios en caso de tener los conocimientos apropiados para ello. En caso contrario, lo mejor que se puede hacer es no mover a la víctima ni darla de beber, prestándole apoyo psicológico hasta que lleguen los servicios de emergencia.

6.11.3 Reconocimiento médico

Tal y como establece la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en su Artículo 22, todos los trabajadores que intervengan en la obra objeto del presente estudio deberán pasar los reconocimientos médicos previstos en función de la ocupación que vayan a desempeñar. Estos reconocimientos se realizarán previo consentimiento de los trabajadores, quedando en excepción de este carácter voluntario, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para el mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando así esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

6.12 HIGIENE Y BIENESTAR

La obra deberá contar con las disposiciones marcadas en cuanto a higiene y bienestar por el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, que dictaminan que:

- Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados, de fácil acceso y con dimensiones y características suficientes que permitan al trabajador cambiarse de forma cómoda y poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.
- Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores un número suficiente de duchas apropiadas para su aseo sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene.
- Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo de los locales habilitados para descanso y de los locales habilitados para vestuarios, duchas, retretes y/o lavabos.
- Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

6.13 OBLIGACIONES

6.13.1 Obligaciones del Promotor y del Coordinador en materia de Seguridad y Salud

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, cuando en dicha ejecución intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el cual no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El Coordinador deberá desarrollar las siguientes funciones, que serán asumidas por la Dirección Facultativa en caso de no poder este realizarlas:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el Artículo 10 de este Real Decreto.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

6.13.2 Obligaciones de los contratistas y subcontratistas

Los contratistas y subcontratistas de la obra estarán obligados a:

- 1) Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales, en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.

- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- 2) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
 - 3) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
 - 4) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
 - 5) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Serán responsables, asimismo, de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en dicho plan.

Las responsabilidades del Coordinador, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

6.13.3 Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos quedarán obligados a:

- 1) Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- 2) Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997 durante la ejecución de la obra.
- 3) Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- 4) Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 5) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.
- 6) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
- 7) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Además de estas prescripciones, los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

6.14 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

6.14.1 Información a los trabajadores

De conformidad con el Artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una

información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra, la cual deberá ser comprensible para los trabajadores afectados.

6.14.2 Consulta y participación de los trabajadores

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes se realizará, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, sobre las cuestiones referidas por el Real Decreto 1627/1997.

Cuando sea necesario, teniendo en cuenta el nivel de riesgo y la importancia de la obra, la consulta y participación de los trabajadores o sus representantes en las empresas que ejerzan sus actividades en el lugar de trabajo deberá desarrollarse con la adecuada coordinación de conformidad con el Artículo 39 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

En cualquier caso, se facilitará una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, en los términos previstos en el Artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, a efectos de su conocimiento y seguimiento, por el Contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

6.15 INCIDENCIAS

6.15.1 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud, o en su caso por la Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El Libro deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de aquella o, cuando no fuera necesaria la designación de Coordinador, en poder de la Dirección Facultativa. Tendrán acceso a él la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador o, en su caso la Dirección Facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán

notificar las anotaciones en el Libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

6.15.2 Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la Dirección Facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al Contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto de llevarse a cabo tal paralización, la persona que la hubiera ordenado deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de estos.

7. PRESUPUESTO

7.1 INTRODUCCIÓN

Todos los cálculos y mediciones de los precios del presente proyecto se han hecho de acuerdo a las prescripciones marcadas por el documento del pliego de condiciones, integrando en el presupuesto 4 tipos de costes principales como son los costes directos, los costes indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

Para facilitar el cálculo del Presupuesto de Ejecución Material (PEM), dividiremos este en varios presupuestos parciales que luego serán sumados. Estos presupuestos parciales incluirán, para todas las unidades de obra, todos los costes derivados de sus accesorios y de la mano de obra necesaria para su completa instalación.

7.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

El desglose de los presupuestos parciales que integrarán el Presupuesto de Ejecución Material es el siguiente:

- 1) Presupuesto Parcial 1: centro de transformación.
- 2) Presupuesto Parcial 2: líneas y canalizaciones.
- 3) Presupuesto Parcial 3: instalación de puesta a tierra de la nave.
- 4) Presupuesto Parcial 4: protecciones.
- 5) Presupuesto Parcial 5: cuadros eléctricos y tomas de corriente.
- 6) Presupuesto Parcial 6: iluminación.
- 7) Presupuesto Parcial 7: equipo de compensación de energía reactiva y varios.
- 8) Presupuesto Parcial 8: seguridad y salud.

PRESUPUESTO PARCIAL 1 - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				
Ref.	Concepto	Uds.	Precio/Ud.	Precio total
1	Centro de transformación			76.304,97 €
1.1	Obra civil			11.825,00 €
	Edificio prefabricado de Ormazabal constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, excavaciones, montaje y accesorios.	1,00	11.825,00 €	11.825,00 €

1.2	Aparamenta de AT			38.150,00 €
1.2.1	Celdas de AT			36.975,00 €
1.2.1.1	Celda cgmcosmos-I Interruptor-seccionador (Entrada/Salida) de Ormazabal, constituida por módulo metálico con aislamiento y corte en gas con función de línea y medidas de base 735x365 mm y altura 1740 mm. Incluye alarma sonora modelo ekor.sas de prevención de puesta a tierra y captadores capacitivos modelo ekor.vpis, montaje y conexión.	2,00	3.675,00 €	7.350,00 €
1.2.1.2	Celda cgmcosmos-I Interruptor-seccionador (Seccionamiento Compañía) de Ormazabal, constituida por módulo metálico con aislamiento y corte en gas con función de línea y medidas de base 735x365 mm y altura 1740 mm. Incluye alarma sonora modelo ekor.sas de prevención de puesta a tierra y captadores capacitivos modelo ekor.vpis, montaje y conexión.	1,00	3.675,00 €	3.675,00 €
1.2.1.3	Celda cgmcosmos-rc Remonte de cables (Remonte a embarrado general) de Ormazabal, constituida por módulo metálico para protección del remonte de cables al embarrado general, de medidas de base 735x365 mm y altura 1740 mm. Incluye montaje y conexión.	1,00	1.350,00 €	1.350,00 €
1.2.1.4	Celda cgmcosmos-v Interruptor automático de vacío (Protección General) de Ormazabal, constituida por módulo metálico con aislamiento en gas y corte en vacío con función de línea y medidas de base 850x480 mm y altura 1740 mm. Incluye alarma sonora modelo ekor.sas de prevención de puesta a tierra, captadores capacitivos modelo ekor.vpis, relé de protección ekor.rpg-302A, montaje y conexión.	1,00	14.775,00 €	14.775,00 €

1.2.1.5	Celda cgmcosmos-m Medida (Medida) de Ormazabal, constituida por módulo metálico con función de medida y de dimensiones de base 1025x800 mm y altura 1740 mm. Incluye 3 transformadores de tensión y 3 de intensidad con aislamiento en seco para medida de la energía eléctrica consumida, montaje y conexión.	1,00	6.150,00 €	6.150,00 €
1.2.1.6	Celda cgmcosmos-I Interruptor-seccionador (Seccionamiento Cliente) de Ormazabal, constituida por módulo metálico con aislamiento y corte en gas con función de línea y medidas de base 735x365 mm y altura 1740 mm. Incluye alarma sonora modelo ekor.sas de prevención de puesta a tierra y captadores capacitivos modelo ekor.vpis, montaje y conexión.	1,00	3.675,00 €	3.675,00 €
1.2.2	Conexiones en AT			1.175,00 €
	Puentes MT a transformador, cables de MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 50 mm ² Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR, y K430TB asimétrica atornillable. Incluye montaje.	1,00	1.175,00 €	1.175,00 €
1.3	Transformador			13.458,00 €
1.3.1	Transformador trifásico reductor de tensión de Ormazabal, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural de aceite, de tensión primaria 12 - 20 kV y tensión secundaria 400 V, grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria. Incluye protección con termómetro, montaje y conexión.	1,00	13.175,00 €	13.175,00 €
1.3.2	Protección metálica para el transformador que incluye una cerradura especial enclavada con su celda de protección.	1,00	283,00 €	283,00 €
1.4	Equipos de BT			4.350,00 €

1.4.1	Cuadro de baja tensión cbto.k de Ormazabal para centros de transformación tipo compacto, constituido por una placa soporte compartimentada de material aislante y auto extingible de medidas de base 464x264 mm y altura 1350 mm. Incluye interruptor de corte en carga, salida con bases portafusibles, montaje y conexión.	1,00	3.300,00 €	3.300,00 €
1.4.2	Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 240 mm ² Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3 por fase y 2 por neutro, todos de 3,0 m de longitud. Incluye montaje.	1,00	1.050,00 €	1.050,00 €
1.5	Instalaciones de puesta a tierra del CT			4.875,00 €
1.5.1	Puesta a tierra de protección			2.950,00 €
1.5.1.1	Instalación de puesta a tierra exterior de protección en el CT, formada por 8 picas de acero cobreado de 14 mm dispuestas formando anillo rectangular de 7x4 m y unidas por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² . Incluye montaje y conexión.	1,00	2.025,00 €	2.025,00 €
1.5.1.2	Instalación de puesta a tierra interior de protección en el CT, formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² grapado a la pared y conectado a las masas metálicas de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Incluye montaje y conexión.	1,00	925,00 €	925,00 €
1.5.2	Puesta a tierra de servicio			1.925,00 €
1.5.2.1	Instalación de puesta a tierra exterior de servicio en el CT, formada por 3 picas de acero cobreado de 14 mm dispuestas en hilera separadas 3 m y unidas por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² . Incluye montaje y conexión.	1,00	1.000,00 €	1.000,00 €

1.5.2.2	Instalación de puesta a tierra interior de servicio en el CT, formada por conductor de cobre aislado de 50 mm ² grapado a la pared y conectado a las partes activas de este edificio, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. Incluye montaje y conexión.	1,00	925,00 €	925,00 €
1.6	Equipo de medida de la energía eléctrica			2.950,00 €
	Contador tarificador electrónico multifunción para medida trifásica indirecta, registrador electrónico y regleta de verificación, instalados en armario de doble aislamiento modelo Pinazo PNZ-CIT-FU HC medidas 630x230x1350 mm. Incluye montaje y conexión.	1,00	2.950,00 €	2.950,00 €
1.7	Instalaciones secundarias			166,94 €
1.7.1	Circuito alumbrado 14			63,03 €
1.7.1.1	Metro de cable unipolar H07V-K marca RCT, con tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre flexible clase 5 de 1,5 mm ² de sección y con aislamiento de PVC.	17,20	0,66 €	11,35 €
1.7.1.2	Metro de conductor de protección de tierra, de mismo material y tipología que los conductores de fase.	8,60	0,66 €	5,68 €
1.7.1.3	Metro de canal protectora de PVC de marca Unex, de 16x16 mm, aislante, no propagador de la llama, con grados de protección IP4X e IK08, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos.	10,00	4,60 €	46,00 €
1.7.2	Circuito alumbrado 15			39,99 €
1.7.2.1	Metro de cable unipolar H07V-K marca RCT, con tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre flexible clase 5 de 1,5 mm ² de sección y con aislamiento de PVC.	12,52	0,66 €	8,26 €

1.7.2.2	Metro de conductor de protección de tierra, de mismo material y tipología que los conductores de fase.	6,26	0,66 €	4,13 €
1.7.2.3	Metro de canal protectora de PVC de marca Unex, de 16x16 mm, aislante, no propagador de la llama, con grados de protección IP4X e IK08, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos.	6,00	4,60 €	27,60 €
1.7.3	Circuito tomas de corriente 5			63,92 €
1.7.3.1	Metro de cable unipolar H07V-K marca RCT, con tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre flexible clase 5 de 1,5 mm ² de sección y con aislamiento de PVC.	18,10	0,66 €	11,95 €
1.7.3.2	Metro de conductor de protección de tierra, de mismo material y tipología que los conductores de fase.	9,05	0,66 €	5,97 €
1.7.3.3	Metro de canal protectora de PVC de marca Unex, de 16x16 mm, aislante, no propagador de la llama, con grados de protección IP4X e IK08, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos.	10,00	4,60 €	46,00 €
1.8	Varios			530,03 €
1.8.1	Extintor portátil de nieve carbónica CO ₂ , de eficacia 89B, con 5 kg de agente extintor, con manguera y trompa difusora. Incluye soporte y accesorios de montaje.	1,00	82,13 €	82,13 €
1.8.2	Banqueta aislante para maniobras, fabricada en polipropileno copolímero de alto impacto conforme a la norma UNE 204001 y dimensiones 525x525x200 mm.	1,00	133,23 €	133,23 €
1.8.3	Pértiga de salvamento de 1,75 m de un solo tramo con tubo de poliéster y fibra de vidrio y con gancho de salvamento.	1,00	128,04 €	128,04 €
1.8.4	Par de guantes dieléctricos de látex natural para trabajos con tensión fabricados según la norma UNE-EN 60903.	2,00	60,71 €	121,42 €
1.8.5	Señal advertencia "Alta Tensión. Peligro de muerte".	2,00	7,50 €	15,00 €

1.8.6	Placa informativa "Primeros Auxilios".	1,00	8,50 €	8,50 €
1.8.7	Placa informativa "5 Reglas de Oro".	1,00	9,75 €	9,75 €
1.8.8	Botiquín de primeros auxilios de pared BSE, de plástico y con posibilidad de uso portátil.	1,00	31,96 €	31,96 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 1 - CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			76.304,97 €	

PRESUPUESTO PARCIAL 2 - LÍNEAS ELÉCTRICAS Y CANALIZACIONES				
Ref.	Concepto	Uds.	Precio/Ud.	Precio total
2	Líneas eléctricas y canalizaciones			31.092,81 €
2.1	Derivación individual (CT - CGD)			6.677,82 €
2.1.1	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 300 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	122,04	29,89 €	3.647,78 €
2.1.2	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 240 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex Z1.	40,68	23,74 €	965,74 €
2.1.3	Metro de tubo Odi Bakar Decaplast de 315 mm de diámetro nominal, fabricado en PEAD libre de halógenos y resistencia a la compresión 450 N, dispuesto en canalización enterrada a 0,65 m. Canalización de 0,7x0,7 m sobre lecho de arena compactada de 5 cm, con relleno posterior dejando 8 cm de arena por encima del tubo. Incluye elementos de sujeción, accesorios, excavación y posterior relleno.	42,00	49,15 €	2.064,30 €

2.2	Líneas de alimentación secundarias			5.971,74 €
2.2.1	Línea de alimentación secundaria 1 (CGD-CS1)			3.291,16 €
2.2.1.1	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 70 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	175,88	11,72 €	2.061,31 €
2.2.1.2	Metro de bandeja PVC perforada Unex, de 60x100 mm, resistencia al impacto 10 julios, aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos. Soporte y accesorios incluidos.	45,00	27,33 €	1.229,85 €
2.2.2	Línea de alimentación secundaria 2 (CGD-CS2)			501,57 €
2.2.2.1	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 35 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	40,96	4,59 €	188,01 €
2.2.2.2	Metro de bandeja PVC perforada Unex, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos. Soporte y accesorios incluidos.	12,00	26,13 €	313,56 €
2.2.3	Línea de alimentación secundaria 3 (CGD-CS3)			597,17 €
2.2.3.1	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 50 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	46,04	6,16 €	283,61 €
2.2.3.2	Metro de bandeja PVC perforada Unex, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos. Soporte y accesorios incluidos.	12,00	26,13 €	313,56 €

2.2.4	Línea de alimentación secundaria 4 (CGD-CS4)			1.448,16 €
2.2.4.1	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 35 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	127,64	4,59 €	585,87 €
2.2.4.2	Metro de bandeja PVC perforada Unex, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos. Soporte y accesorios incluidos.	33,00	26,13 €	862,29 €
2.2.5	Línea de alimentación secundaria 5 (CGD-ECR)			133,69 €
2.2.5.1	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 95 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	5,00	10,34 €	51,70 €
2.2.5.2	Metro de bandeja PVC perforada Unex, de 60x100 mm, resistencia al impacto 10 julios, aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos. Soporte y accesorios incluidos.	3,00	27,33 €	81,99 €
2.3	Circuitos interiores			18.443,25 €
2.3.1	Circuitos de alimentación para maquinaria			7.542,80 €
2.3.1.1	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 1,5 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	174,52	0,95 €	165,79 €
2.3.1.2	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 6 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	60,40	1,49 €	90,00 €

2.3.1.3	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 10 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	44,88	1,97 €	88,41 €
2.3.1.4	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 16 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	195,56	2,49 €	486,94 €
2.3.1.5	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 25 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	30,16	3,55 €	107,07 €
2.3.1.6	Metro de canalización empotrada en suelo de edificio de 0,6 m de profundidad por 0,4 m de ancho reforzada con hormigón tipo H-200, con tapa Obo Oka registrable. Incluye excavación del canal, hormigonado y montaje de tapa.	55,25	119,54 €	6.604,59 €
2.3.2	Circuitos de alimentación para alumbrado			9.338,45 €
2.3.2.1	Metro de cable unipolar H07V-K marca RCT, con tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre flexible clase 5 de 1,5 mm ² de sección y con aislamiento de PVC.	837,60	0,66 €	552,82 €
2.3.2.2	Metro de cable unipolar H07V-K marca RCT, con tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre flexible clase 5 de 2,5 mm ² de sección y con aislamiento de PVC.	1113,12	0,86 €	957,28 €
2.3.2.3	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 6 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	572,82	1,49 €	853,50 €

2.3.2.4	Metro de canal protectora de PVC de marca Unex, de 16x16 mm, aislante, no propagador de la llama, con grados de protección IP4X e IK08, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos.	436,78	4,60 €	2.009,19 €
2.3.2.5	Metro de tubo Odi Bakar Flexiplast curvable de PVC, corrugado, de 16 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio y protección IP54, para canalización en hueco de la construcción (falso techo). Incluye accesorios e instalación.	538,58	0,94 €	506,27 €
2.3.2.6	Metro de tubo Odi Bakar Flexiplast curvable de PVC, corrugado, de 25 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio y protección IP54, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes). Incluye accesorios e instalación.	124,67	1,07 €	133,40 €
2.3.2.7	Metro de tubo Odi Bakar Decaplast de 50 mm de diámetro nominal, fabricado en PEAD libre de halógenos y resistencia a la compresión 450 N, dispuesto en canalización enterrada a 0,65 m. Canalización de 0,7x0,3 m sobre lecho de arena compactada de 5 cm, con relleno posterior dejando 8 cm de arena por encima del tubo. Incluye elementos de sujeción, accesorios, excavación y posterior relleno.	150,00	28,84 €	4.326,00 €
2.3.3	Circuitos de alimentación para tomas de corriente			1.562,00 €
2.3.3.1	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 2,5 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	373,92	1,10 €	411,31 €
2.3.3.2	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 6 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	326,68	1,49 €	486,75 €

2.3.3.3	Metro de cable unipolar marca Prysmian, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre flexible de 10 mm ² de sección, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica Afumex.	163,82	1,97 €	322,73 €
2.3.3.4	Metro de tubo Odi Bakar Flexiplast curvable de PVC, corrugado, de 16 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio y protección IP54, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes). Incluye accesorios e instalación.	163,34	0,94 €	153,54 €
2.3.3.5	Metro de tubo Odi Bakar Flexiplast curvable de PVC, corrugado, de 25 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio y protección IP54, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes). Incluye accesorios e instalación.	175,39	1,07 €	187,67 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 2 - LÍNEAS ELÉCTRICAS Y CANALIZACIONES			31.092,81 €	

PRESUPUESTO PARCIAL 3 - INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DE LA NAVE				
Ref.	Concepto	Uds.	Precio/Ud.	Precio total
3	Instalación de puesta a tierra de la nave			3.875,99 €
3.1	Línea principal de puesta a tierra			1.154,05 €

	<p>Instalación de puesta a tierra para edificio compuesta por 130 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección para la línea principal de tierra del edificio, enterrado a una profundidad de 1 m, 65 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm² para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares de hormigón a conectar y 6 picas formadas por piezas de acero cobreado de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterradas a una profundidad de 1 m. Incluye puntos de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, puntos de puesta a tierra y puentes de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.</p>	1,00	1.154,05 €	1.154,05 €
3.2	Conductores de protección			2.721,94 €
3.2.1	Conductores de protección de los cuadros			550,06 €
3.2.1.1	Metro de conductor de protección de cobre aislado de 16 mm ² de sección.	71,07	2,49 €	176,96 €
3.2.1.2	Metro de conductor de protección de cobre aislado de 25 mm ² de sección.	11,63	3,55 €	41,29 €
3.2.1.3	Metro de conductor de protección de cobre aislado de 35 mm ² de sección.	72,29	4,59 €	331,81 €
3.2.2	Conductores de protección de los receptores			2.171,88 €
3.2.2.1	Metro de conductor de protección de cobre aislado de 1,5 mm ² de sección.	462,43	0,95 €	439,31 €
3.2.2.2	Metro de conductor de protección de cobre aislado de 2,5 mm ² de sección.	650,04	1,10 €	715,04 €
3.2.2.3	Metro de conductor de protección de cobre aislado de 6 mm ² de sección.	464,85	1,49 €	692,63 €
3.2.2.4	Metro de conductor de protección de cobre aislado de 10 mm ² de sección.	93,13	1,97 €	183,47 €
3.2.2.5	Metro de conductor de protección de cobre aislado de 16 mm ² de sección.	56,80	2,49 €	141,43 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 3 - INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DE LA NAVE			3.875,99 €	

PRESUPUESTO PARCIAL 4 - PROTECCIONES				
Ref.	Concepto	Uds.	Precio/Ud.	Precio total
4	Protecciones			65.390,28 €
4.1	Interruptores magnetotérmicos			43.136,76 €
4.1.1	Interruptor automático magnetotérmico de bastidor abierto, tetrapolar (4P), intensidad nominal 1000 A, poder de corte 42 kA a 400 V, modelo Masterpact MTZ1 10H1 LV847225+LV847283 de Schneider Electric, con unidad de control electrónica Micrologic 5.0 X. Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	8.759,22 €	8.759,22 €
4.1.2	Interruptor automático magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (3P+N,4P,3P+N/2), intensidad nominal 630 A, poder de corte 50 kA a 400 V, modelo Compact NSX630N LV432808+LV432099 de Schneider Electric, con unidad de control electrónica Micrologic 5.3 E. Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	5.792,90 €	5.792,90 €
4.1.3	Interruptor automático magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (3P+N,4P,3P+N/2), intensidad nominal 160 A, poder de corte 36 kA a 400 V, modelo Compact NSX160F LV430408+LV430496 de Schneider Electric, con unidad de control electrónica Micrologic 5.2 E. Totalmente montado, conexionado y probado.	6,00	2.109,14 €	12.654,84 €
4.1.4	Interruptor automático magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (3P+N,4P,3P+N/2), intensidad nominal 250 A, poder de corte 36 kA a 400 V, modelo Compact NSX250F LV431408+LV431496 de Schneider Electric, con unidad de control electrónica Micrologic 5.2 E. Totalmente montado, conexionado y probado.	3,00	3.480,09 €	10.440,27 €
4.1.5	Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 30 kA, curva C, modelo Reflex iC60H A9C65210 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	3,00	336,40 €	1.009,20 €

4.1.6	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 80 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo C120N A9N18372 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	466,05 €	466,05 €
4.1.7	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo iC60N A9F79416 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	2,00	144,26 €	288,52 €
4.1.8	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo iC60N A9F79463 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	418,04 €	418,04 €
4.1.9	Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 10 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo iC60N A9F79610 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	13,00	62,97 €	818,61 €
4.1.10	Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 32 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo iC60N A9F79632 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	3,00	70,62 €	211,86 €
4.1.11	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 15 kA, curva C, modelo iC60H A9F89410 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	4,00	163,83 €	655,32 €

4.1.12	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 15 kA, curva C, modelo iC60H A9F89416 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	166,99 €	166,99 €
4.1.13	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 15 kA, curva C, modelo iC60H A9F89440 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	206,99 €	206,99 €
4.1.14	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 15 kA, curva C, modelo iC60H A9F89450 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	293,35 €	293,35 €
4.1.15	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 15 kA, curva C, modelo iC60H A9F89463 de Schneider Electric, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.	3,00	318,20 €	954,60 €
4.2	Dispositivos de protección diferencial			22.253,52 €
4.2.1	Bloque diferencial para interruptor automático de bastidor abierto Masterpact MTZ1, tetrapolar (4P), ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 a 30 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 310 ms, modelo Vigi MB LV432456 de Schneider Electric. Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	2.526,03 €	2.526,03 €

4.2.2	Bloque diferencial para interruptor automático en caja moldeada Compact NSX, tetrapolar (4P), ajuste de la intensidad de disparo de 0,03 a 10 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 310 ms, modelo Vigi MH LV431536 de Schneider Electric. Totalmente montado, conexionado y probado.	5,00	2.287,53 €	11.437,65 €
4.2.3	Bloque diferencial para interruptor automático C120, tetrapolar (4P), clase de protección AC, intensidad de disparo 30 mA, intensidad nominal 125 A, modelo Vigi C120 A9N18548 de Schneider Electric. Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	802,68 €	802,68 €
4.2.4	Bloque diferencial para interruptor automático iC60, bipolar (2P), clase de protección AC, intensidad de disparo 30 mA, intensidad nominal 25 A, modelo Vigi iC60 A9V11225 de Schneider Electric. Totalmente montado, conexionado y probado.	5,00	209,93 €	1.049,65 €
4.2.5	Bloque diferencial para interruptor automático iC60, tetrapolar (4P), clase de protección AC, intensidad de disparo 30 mA, intensidad nominal 25 A, modelo Vigi iC60 A9V11425 de Schneider Electric. Totalmente montado, conexionado y probado.	3,00	232,55 €	697,65 €
4.2.6	Bloque diferencial para interruptor automático iC60, bipolar (2P), clase de protección AC, intensidad de disparo 30 mA, intensidad nominal 63 A, modelo Vigi iC60 A9V11263 de Schneider Electric. Totalmente montado, conexionado y probado.	3,00	392,21 €	1.176,63 €
4.2.7	Bloque diferencial para interruptor automático iC60, tetrapolar (4P), clase de protección AC, intensidad de disparo 30 mA, intensidad nominal 63 A, modelo Vigi iC60 A9V11463 de Schneider Electric. Totalmente montado, conexionado y probado.	4,00	405,07 €	1.620,28 €

4.2.8	Relé diferencial electrónico, con monitorización de la corriente de fuga a tierra, ajuste de la intensidad de disparo de 0,03 a 30 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 4,5 s, modelo Vigirex RH99M 56173 de Schneider Electric, con transformador toroidal de 30 mm de diámetro útil para el paso de cables, modelo 50437 de Schneider Electric. Totalmente montado, conexionado y probado.	5,00	468,16 €	2.340,80 €
4.2.9	Relé diferencial electrónico, con monitorización de la corriente de fuga a tierra, ajuste de la intensidad de disparo de 0,03 a 30 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 4,5 s, modelo Vigirex RH99M 56173 de Schneider Electric, con transformador toroidal de 80 mm de diámetro útil para el paso de cables, modelo 50439 de Schneider Electric. Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00	602,15 €	602,15 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 4 - PROTECCIONES			65.390,28 €	

PRESUPUESTO PARCIAL 5 - CUADROS ELÉCTRICOS Y TOMAS DE CORRIENTE				
Ref.	Concepto	Uds.	Precio/Ud.	Precio total
5	Cuadros eléctricos y tomas de corriente			3.445,97 €
5.1	Cuadro eléctricos y/o armarios			2.955,52 €
5.1.1	Armario Schneider Electric Prisma Plus G IP30 (grado IP43 con accesorios) de 30 módulos con puerta transparente y cúpula, de medidas de base 600 x 205 mm y 1680 mm de alto, para instalación en superficie. Incluye accesorios de sujeción y accesorios de montaje. Incluido montaje y conexión del cuadro con las protecciones descritas en proyecto y aparamenta correspondiente.	1,00	1.683,05 €	1.683,05 €

5.1.2	Armario de distribución de 54 elementos, Schneider Electric modelo Pragma PRA35318 de 3 filas con puerta transparente para instalación empotrada en pared. Incluidos accesorios de sujeción y montaje. Incluido montaje y conexión del cuadro con las protecciones descritas en proyecto y aparamenta correspondiente.	3,00	250,23 €	750,69 €
5.1.3	Armario de distribución de 96 elementos, Schneider Electric modelo Pragma PRA13814 de 4 filas con puerta transparente para instalación en superficie. Incluidos accesorios de sujeción y montaje. Incluido montaje y conexión del cuadro con las protecciones descritas en proyecto y aparamenta correspondiente.	1,00	521,78 €	521,78 €
5.2	Tomas de corriente			490,45 €
5.2.1	Toma de corriente monofásica con contacto de tierra (P+N+T) tipo Schuko modelo Legrand Niloé, de intensidad asignada 16 A, tensión asignada 230 V, con tapa y marco embellecedor, de color blanco, para instalación empotrada en pared. Incluye montaje y conexión.	46,00	9,40 €	432,40 €
5.2.2	Toma de corriente trifásica con contacto de tierra (3P+N+T) modelo Intratec CEE 6 h, de intensidad asignada 16 A, tensión asignada 400 V, con tapa de seguridad y marco para montaje, de color rojo, para instalación empotrada en pared. Incluye montaje y conexión.	5,00	11,61 €	58,05 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 5 - CUADROS ELÉCTRICOS Y TOMAS DE CORRIENTE			3.445,97 €	

PRESUPUESTO PARCIAL 6 - ILUMINACIÓN				
Ref.	Concepto	Uds.	Precio/Ud.	Precio total
6	Iluminación			54.609,68 €

6.1	Illuminación interior (Incluye CT)			35.948,86 €
6.1.1	Interruptores de iluminación interior			299,50 €
6.1.1.1	Interruptor unipolar (1P) modelo Schneider Electric Sedna, de intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple y marco embellecedor, de color blanco, para instalación empotrada en pared. Incluye montaje y conexión.	17,00	7,06 €	120,02 €
6.1.1.2	Pulsador con indicador de posición luminoso modelo Schneider Electric Sedna, de intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con un contacto NA, con tecla con visor y marco embellecedor, de color blanco, para instalación empotrada en pared. Incluye montaje y conexión.	14,00	12,82 €	179,48 €
6.1.2	Luminarias interiores			35.649,36 €
6.1.2.1	Luminaria Philips modelo BY470P 1xGRN130S/840 MB GC con tecnología LED, de 87 W de potencia, flujo luminoso de 13000 lm y protecciones IP65 e IK07, para montaje en suspensión. Incluye accesorios, montaje y conexión.	18,00	634,16 €	11.414,88 €
6.1.2.2	Luminaria Philips modelo DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M con tecnología LED, de 10,8 W de potencia, flujo luminoso de 1200 lm y protecciones IP20 e IK02, para montaje empotrada en techo. Incluye accesorios, montaje y conexión.	73,00	174,03 €	12.704,19 €
6.1.2.3	Luminaria Philips modelo RC132V W60L60 1xLED34S/830 OC con tecnología LED, de 36 W de potencia, flujo luminoso de 3400 lm y protecciones IP20 e IK02, para montaje empotrada en techo. Incluye accesorios, montaje y conexión.	32,00	128,40 €	4.108,80 €
6.1.2.4	Luminaria Philips modelo SM134V PSU W20L120 1xLED27S/840 NOC con tecnología LED, de 27 W de potencia, flujo luminoso de 2700 lm y protecciones IP20 e IK02, para montaje en suspensión. Incluye accesorios, montaje y conexión.	15,00	122,59 €	1.838,85 €

6.1.2.5	Luminaria Philips modelo WT470C L1600 1xLED35S/840 WB con tecnología LED, de 24,5 W de potencia, flujo luminoso de 3500 lm y protecciones IP68 e IK08, para montaje adosada en techo. Incluye accesorios, montaje y conexión.	10,00	245,22 €	2.452,20 €
6.1.2.6	Luminaria Philips modelo WT470C L1600 1xLED35S/840 WB con tecnología LED, de 46,5 W de potencia, flujo luminoso de 6400 lm y protecciones IP68 e IK08, para montaje adosada en techo. Incluye accesorios, montaje y conexión.	12,00	260,87 €	3.130,44 €
6.2	Iluminación exterior			14.118,72 €
6.2.1	Luminarias exteriores			14.118,72 €
6.2.1.1	Luminaria General Electric modelo ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C con tecnología LED, de 140 W de potencia, flujo luminoso de 17000 lm y protecciones IP66 e IK08, para montaje sobre poste. Incluye accesorios, montaje y conexión.	11,00	769,05 €	8.459,55 €
6.2.1.2	Luminaria General Electric modelo ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C con tecnología LED, de 140 W de potencia, flujo luminoso de 17000 lm y protecciones IP66 e IK08, para montaje sobre pared. Incluye accesorios, montaje y conexión.	4,00	685,13 €	2.740,52 €
6.2.1.3	Luminaria Philips modelo BGP340 1xLED92-3S/740 DM con tecnología LED, de 71 W de potencia, flujo luminoso de 7906 lm y protecciones IP66 e IK08, para montaje sobre poste. Incluye accesorios, montaje y conexión.	7,00	416,95 €	2.918,65 €
6.3	Iluminación de emergencia (Incluye CT)			4.542,10 €
6.3.1	Luminarias de emergencia			4.542,10 €

6.3.1.1	Luminaria Legrand modelo URA34 LED/100 lum 1 h con tecnología LED, de 8 W de potencia, flujo luminoso de 100 lm, autonomía de 1 h y protecciones IP42 e IK07, para montaje adosada en pared y/o techo. Incluye accesorios, montaje y conexión.	3,00	64,70 €	194,10 €
6.3.1.2	Luminaria Legrand modelo URA34 LED/150 lum 1 h con tecnología LED, de 8 W de potencia, flujo luminoso de 150 lm, autonomía de 1 h y protecciones IP42 e IK07, para montaje adosada en pared y/o techo. Incluye accesorios, montaje y conexión.	6,00	69,90 €	419,40 €
6.3.1.3	Luminaria Legrand modelo URA34 LED/200 lum 1 h con tecnología LED, de 8 W de potencia, flujo luminoso de 200 lm, autonomía de 1 h y protecciones IP42 e IK07, para montaje adosada en pared y/o techo. Incluye accesorios, montaje y conexión.	24,00	86,90 €	2.085,60 €
6.3.1.4	Luminaria Legrand modelo URA34 LED/350 lum 1 h con tecnología LED, de 11 W de potencia, flujo luminoso de 350 lm, autonomía de 1 h y protecciones IP42 e IK07, para montaje adosada en pared y/o techo. Incluye accesorios, montaje y conexión.	12,00	92,10 €	1.105,20 €
6.3.1.5	Luminaria Legrand modelo URA34 LED/450 lum 1 h con tecnología LED, de 11 W de potencia, flujo luminoso de 450 lm, autonomía de 1 h y protecciones IP42 e IK07, para montaje adosada en pared y/o techo. Incluye accesorios, montaje y conexión.	7,00	105,40 €	737,80 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 6 - ILUMINACIÓN			54.609,68 €	

PRESUPUESTO PARCIAL 7 - EQUIPO DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA Y VARIOS

Ref.	Concepto	Uds.	Precio/Ud.	Precio total
7	Equipo compensación energía reactiva y varios			8.380,94 €
7.1	Equipo de compensación de energía reactiva			8.225,70 €
	Batería automática de condensadores con inductancias antiarmónicos modelo Schneider Electric VLVA2P03510AB, de 150 kvar de potencia reactiva, con escalonaje 2x25+2x50 kvar y tecnología VarplusCan + inductancia antiarmónicos, alimentada con 400 VCA a 50 Hz y montada en armario metálico con grados de protección IP31 e IK10, con medidas de base 800x600 mm y altura 1400 mm. Incluye regulador Varplus Logic VPL6 Modbus, transformador auxiliar de tensión y accesorios correspondientes. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha.	1,00	8.225,70 €	8.225,70 €
7.2	Varios			155,24 €
7.2.1	Caja de derivación estanca para colocar en superficie, de 105x105x55 mm. Incluye regletas de conexión, elementos de fijación y montaje.	18,00	6,12 €	110,16 €
7.2.2	Caja de derivación estanca para colocar en superficie, de 150x175x80 mm. Incluye regletas de conexión, elementos de fijación y montaje.	4,00	11,27 €	45,08 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 7 - EQUIPO DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA Y VARIOS			8.380,94 €	

PRESUPUESTO PARCIAL 8 - SEGURIDAD Y SALUD

Ref.	Concepto	Uds.	Precio/Ud.	Precio total
8	Seguridad y salud			5.730,48 €

8.1	Ejecución del Estudio Básico de Seguridad y Salud			2.455,27 €
	Ejecución del Estudio Básico de Seguridad y Salud por m ² construido de la nave, con nivel de exigencia medio, previa aprobación de la Dirección Facultativa de la obra del mencionado Estudio. Incluye todas las instalaciones provisionales de obra con señalizaciones y las protecciones tanto individuales como colectivas a adoptar, todo ello de acuerdo a las prescripciones marcadas por la normativa vigente.	1023,03	2,40 €	2.455,27 €
8.2	Instalaciones provisionales de obra			1.209,28 €
8.2.1	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 14,00 m ² , con tubos fluorescentes y punto de luz exterior. Incluye limpieza y mantenimiento de la caseta durante el periodo de alquiler, así como el transporte y recogida de la misma.	1,00	225,03 €	225,03 €
8.2.2	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra, de 7,80 m ² , con tubos fluorescentes y punto de luz exterior. Incluye limpieza y mantenimiento de la caseta durante el periodo de alquiler, así como el transporte y recogida de la misma.	1,00	272,18 €	272,18 €
8.2.3	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra	2,00	158,20 €	316,40 €
8.2.4	Acometida provisional de fontanería a caseta de obra	1,00	104,52 €	104,52 €
8.2.5	Acometida provisional de saneamiento a caseta de obra	1,00	291,15 €	291,15 €
8.3	Protección colectiva y señalización			1.147,89 €
8.3.1	Botiquín de primeros auxilios tipo B de chapa de acero en color blanco, para colgar en pared de caseta de obra.	1,00	52,90 €	52,90 €
8.3.2	Botiquín de primeros auxilios de pared BSE, de plástico y con posibilidad de uso portátil.	1,00	31,96 €	31,96 €
8.3.3	Red horizontal para cubrimiento de huecos de 0,50x0,50 m. Montaje y desmontaje incluidos.	8,00	3,61 €	28,88 €

8.3.4	Placa de mallazo electrosoldado en cuadrícula de 15x15 cm, de medidas totales 6x2,2 m. Montaje y desmontaje incluidos.	10,00	33,47 €	334,70 €
8.3.5	Malla de protección para andamio color verde, dimensiones totales 10x6 m. Incluidos montaje y desmontaje.	3,00	32,40 €	97,20 €
8.3.6	Barandilla tipo sargento con 3 tablones para pisos y/o cubiertas. Incluidos montaje y desmontaje.	15,00	7,20 €	108,00 €
8.3.7	Metro de cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, con montaje y desmontaje incluidos.	100,00	0,76 €	76,00 €
8.3.8	Metro de cinta de balizamiento amarilla de indicación de presencia de tensión de material plástico, con montaje y desmontaje incluidos.	100,00	0,81 €	81,00 €
8.3.9	Señal de advertencia "Riesgo eléctrico".	8,00	4,75 €	38,00 €
8.3.10	Señal de advertencia "Peligro de incendio".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.11	Señal de advertencia "Peligro materias inflamables".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.12	Señal de advertencia "¡Atención! Puesta a tierra".	4,00	4,75 €	19,00 €
8.3.13	Señal de advertencia "Fuera de servicio".	4,00	4,75 €	19,00 €
8.3.14	Señal de advertencia "Peligro riesgo de tropiezo".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.15	Señal de advertencia "Peligro alta temperatura".	4,00	4,75 €	19,00 €
8.3.16	Señal de advertencia "Peligro carga suspendida".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.17	Señal de advertencia "Peligro riesgo de atrapamiento".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.18	Señal de advertencia "Peligro maquinaria pesada en movimiento".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.19	Señal de advertencia "Zona en obras".	2,00	4,75 €	9,50 €
8.3.20	Señal de advertencia "Peligro indeterminado".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.21	Señal de obligación "Uso obligatorio del casco".	4,00	4,75 €	19,00 €

8.3.22	Señal de obligación "Uso obligatorio de protector auditivo".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.23	Señal de obligación "Toma de agua".	2,00	4,75 €	9,50 €
8.3.24	Señal de obligación "Uso obligatorio de chaleco reflectante".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.25	Señal de obligación "Zona de carga y descarga".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.26	Señal de prohibición "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra".	2,00	4,75 €	9,50 €
8.3.27	Señal de prohibición "Prohibido entrar".	2,00	4,75 €	9,50 €
8.3.28	Señal de prohibición "Fumar y encender fuego".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.29	Señal de prohibición "No aparcar. Zona de carga y descarga".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.3.30	Señal de prohibición "No aparcar. Entrada y salida de vehículos".	3,00	4,75 €	14,25 €
8.4	Equipos de Protección Individual			918,04 €
8.4.1	Casco de seguridad homologado, fabricado en PEAD y con cinta ajustable.	10,00	3,32 €	33,20 €
8.4.2	Par de botas de seguridad fabricadas en piel de flor hidrofugada, absorbente del sudor y resistente a la abrasión.	10,00	27,15 €	271,50 €
8.4.3	Par de botas dieléctricas con suela de poliuretano y TPU.	6,00	41,99 €	251,94 €
8.4.4	Par de guantes de protección mecánica tipo americanos fabricados en serraje vacuno.	6,00	2,58 €	15,48 €
8.4.5	Par de guantes dieléctricos clase 0, aislantes hasta 1kV.	6,00	28,92 €	173,52 €
8.4.6	Gafas de protección transparentes certificadas contra arañazos.	10,00	2,41 €	24,10 €
8.4.7	Par de tapones auditivos 3M unidos por cordón.	10,00	0,35 €	3,50 €
8.4.8	Chaleco reflectante de alta visibilidad amarillo de cierre con velcro	10,00	4,52 €	45,20 €
8.4.9	Conjunto anticaída de arnés de doble enganche con cuerda de seguridad.	4,00	24,90 €	99,60 €

TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 8 - SEGURIDAD Y SALUD		5.730,48 €
--	--	-------------------

Sumando los Presupuestos Parciales contemplados en las tablas superiores obtendremos el Presupuesto de Ejecución Material:

PRESUPUESTO PARCIAL	CONCEPTO	PRECIO TOTAL
PP1	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	76.304,97 €
PP2	LÍNEAS Y CANALIZACIONES	31.092,81 €
PP3	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DE LA NAVE	3.875,99 €
PP4	PROTECCIONES	65.390,28 €
PP5	CUADROS ELÉCTRICOS Y TOMAS DE CORRIENTE	3.445,97 €
PP6	ILUMINACIÓN	54.609,68 €
PP7	EQUIPO DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA Y VARIOS	8.380,94 €
PP8	SEGURIDAD Y SALUD	5.730,48 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		248.831,12 €

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) asciende a la cantidad de:

Doscientos cuarenta y ocho mil ochocientos treinta y un euros con doce céntimos.

7.3 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

El Presupuesto de Ejecución por Contrata se obtendrá de la aplicación al Presupuesto de Ejecución Material de los Gastos Generales de empresa (gastos financieros, cargas fiscales y tasas de las administraciones principalmente) cifrado en un 13% sobre dicho PEM, y del Beneficio Industrial del Contratista, cifrado en un 6% sobre el mismo presupuesto:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	248.831,12 €
+ GASTOS GENERALES (13% S/PEM)	32.348,05 €
+ BENEFICIO INDUSTRIAL (6% S/PEM)	14.929,87 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	296.109,03 €

El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) asciende a la cantidad de:

Doscientos noventa y seis mil ciento nueve euros con tres céntimos.

7.4 PRESUPUESTO TOTAL

El Presupuesto Total (PT) constituirá el desembolso total a pagar tras sumar al Presupuesto de Ejecución por Contrata los demás gastos necesarios para la materialización de la obra, y que para el presente proyecto incluyen el IVA (21%), los honorarios del Proyectista, de la Dirección de Obra y del Coordinador de Seguridad y Salud, más el precio de tramitación de las correspondientes licencias:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	296.109,03 €
+ HONORARIOS DEL PROYECTISTA (9% S/PEM)	22.394,80 €
+ HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN DE OBRA (5% S/PEM)	12.441,56 €
+ HONORARIOS DEL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD (4% S/PEM)	9.953,24 €
+ TRAMITACIÓN DE LICENCIAS (4% S/PEC)	11.844,36 €
+ IVA (21% S/PEC)	62.182,90 €
PRESUPUESTO TOTAL	414.925,89 €

El Presupuesto Total (PT) asciende a la cantidad de:

Cuatrocientos catorce mil novecientos veinticinco euros con ochenta y nueve céntimos.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1 NORMATIVA

En la redacción del presente proyecto se ha tenido en cuenta una serie de normas vigentes que han marcado las pautas y recomendaciones a la hora de dimensionar todas las partes que constituyen la instalación.

Para facilitar su búsqueda se ha dividido la normativa total utilizada en temas coincidentes con los principales apartados del documento de la memoria, siendo aquella de carácter no exhaustiva.

8.1.1 Normativa sobre receptores

La siguiente lista hace referencia a todas las normas e instrucciones sobre receptores que se han tenido en cuenta:

- REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 09, ITC-BT 28 (Apartado 3), ITC-BT 43, ITC-BT 44 e ITC-BT 47.
- Guía Técnica de aplicación del REBT con sus desgloses GUÍA-BT 9 y GUÍA-BT 19.
- Artículo 19 de la CTE-DB-SI (Código Técnico de Edificación-Documento Básico-Seguridad en caso de Incendio).
- UNE-HD Serie 60364 (Instalaciones eléctricas de baja tensión).
- UNE-EN Serie 60598 (Luminarias).
- UNE-EN 12464-1: 2012 (Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Lugares de trabajo en interiores).
- UNE-EN 12464-2: 2016 (Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Lugares de trabajo exteriores).
- UNE-EN 1838: 2016 (Iluminación. Alumbrado de emergencia).
- UNE Serie 20315 (Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos).
- UNE-EN Serie 60309 (Tomas de corriente para usos industriales).
- ITC-EA 1 al 4 del REEAE (Reglamento de Eficiencia Energética para Alumbrado de Exterior).
- UNE-EN Serie 60831 (Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V).

8.1.2 Normativa sobre conductores y canalizaciones

En lo relativo a los conductores de las líneas y sus instalaciones en canalizaciones se ha usado las siguientes disposiciones:

- REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 07, ITC-BT 09, ITC-BT 15, ITC-BT19, ITC-BT 20 e ITC-BT 21.
- Guía Técnica de aplicación del REBT con sus desgloses GUÍA-BT 15, GUÍA-BT 20, GUÍA-BT 21 y GUÍA-BT ANEXO 2.
- UNE-HD 60364-5-52: 2014 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones).
- UNE 211435: 2011 (Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica).
- UNE 211002: 2017 (Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas).
- UNE Serie 21123 (Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV).
- UNE Serie 21144 (Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible).
- UNE-EN 60228: 2005 (Conductores de cables aislados).
- UNE-EN 50085-1:2006 (Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Requisitos generales).
- UNE-EN 60423: 2008 (Sistemas de tubos para la conducción de cables. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios).
- UNE-EN Serie 61386 (Sistemas de tubos para la conducción de cables).

8.1.3 Normativa sobre centros de transformación

El centro de transformación se ha dimensionado en base a las siguientes prescripciones:

- RAT (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión) con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 05, ITC-RAT 06, ITC-RAT 07, ITC-RAT 08, ITC-RAT 09, ITC-RAT 10, ITC-RAT 12, ITC-RAT 13, ITC-RAT 14, ITC-RAT 16, ITC-RAT 18, ITC-RAT 19 e ITC-RAT 22.
- Guías técnicas de aplicación de las instrucciones del RAT GUÍA-RAT 03, GUÍA-RAT 07, GUÍA-RAT 14 y GUÍA-RAT 23.
- REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 20, ITC-BT 21, ITC-BT 22, ITC-BT 23, ITC-BT 24 e ITC-BT 28 (Apartado 3).

- Guía Técnica de aplicación del REBT con sus desgloses GUÍA-BT 20, GUÍA-BT 21, GUÍA-BT 22, GUÍA-BT 23 y GUÍA-BT 24.
- Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión Europea de 21 de mayo de 2014 (Implementación de la guía Ecodiseño 2009/125/EG relativa a transformadores en Europa).
- UNE-EN 21428-1: 2017 (Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Requisitos generales).
- UNE-EN 50588-1: 2018 (Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Requisitos generales).
- UNE-EN Serie 60076 (Transformadores de potencia).
- UNE-EN 61558-1: 2007 (Seguridad de los transformadores de potencia, fuentes de alimentación, bobinas de inductancia y productos análogos. Requisitos generales y ensayos).
- UNE-EN Serie 62271 (Aparata de alta tensión).
- UNE-EN Serie 60255 (Relés de medida y equipos de protección).
- UNE-EN 60529: 2018 (Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)).
- UNE-EN 61243-5: 2002 (Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Sistemas detectores de tensión (VDS)).
- UNE-EN Serie 61000 (Compatibilidad electromagnética (CEM)).
- UNE-EN Serie 60044 (Transformadores de medida).
- UNE-EN Serie 61869 (Transformadores de medida).
- UNE-EN Serie 60068 (Ensayos ambientales).
- UNE-EN 60947-3: 2009/A2: 2016 (Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles).
- UNE-EN 50102/A1 CORR: 2002 (Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)).
- UNE-EN 61936-1: 2012 (Instalaciones eléctricas de tensión nominal superior a 1 kV en corriente alterna. Reglas comunes).
- UNE-EN 50522: 2012 (Puesta a tierra en instalaciones de tensión superior a 1 kV en corriente alterna).
- UNE-EN 60228: 2005 (Conductores de cables aislados).
- UNE-EN 12464-1: 2012 (Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Lugares de trabajo en interiores).

- UNE-EN 1838: 2016 (Iluminación. Alumbrado de emergencia).
- UNE-EN Serie 60598 (Luminarias).
- UNE-EN Serie 20315 (Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos).
- UNE 21056: 1981/ UNE 21056: 2000 ERRATUM (Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre).
- UNE-HD 60364-5-54: 2015 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de los equipos eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección).
- UNE-IEC/TR 61641: 2011 IN (Conjuntos de aparamenta de baja tensión bajo envolvente. Guía para el ensayo en condiciones de arco debidas a un fallo interno).
- IEC 60439-1: 1999 (Equipos de conmutación y control para baja tensión. Conjuntos de serie y derivados de serie).
- IEC 60801-2: 1991 (Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y control de los procesos industriales. Requisitos relativos a las descargas electrostáticas).
- Estándares marcados por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) respecto a interruptores, aparamenta y equipos de alta tensión (IEEE C37.74-2014, IEEE C37.20.7-2007, IEEE 1247-2005, IEEE C37.123-2016, IEEE C37.04-1999, IEEE C37.06-2009 e IEEE C37.09-1999).
- Normativa particular de VIESGO.
- Recomendaciones UNESA.

8.1.4 Normativa sobre instalaciones interiores

Las instalaciones interiores de la nave se han calculado en base a las especificaciones de:

- REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 18, ITC-BT 19, ITC-BT 20 y ITC-BT 21.
- Guía Técnica de aplicación del REBT con sus desgloses GUÍA-BT 18, GUÍA-BT 19, GUÍA-BT 20 y GUÍA-BT 21.
- UNE-HD 60364-1: 2009 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Principios fundamentales, determinación de las características generales, definiciones).
- UNE-HD 60364-4-41: 2010 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos).
- UNE-HD 60364-5-52: 2014 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones).
- UNE-HD 60364-5-54: 2015 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de los equipos eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección).

- UNE Serie 20315 (Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos).
- UNE-EN Serie 60309 (Tomas de corriente para usos industriales).
- UNE-EN 50085-1:2006 (Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Requisitos generales).
- UNE-EN Serie 61386 (Sistemas de tubos para la conducción de cables).
- UNE-EN 60670-1: 2006 (Cajas y envoltorios para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. Requisitos generales).
- UNE-EN 61439-3: 2012 (Conjuntos de aparcamiento de baja tensión. Cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado (DBO)).

8.1.5 Normativa sobre iluminación

Normas tenidas en cuenta para el dimensionada de toda la instalación de alumbrado, tanto interior y exterior como de emergencia:

- REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 09, ITC-BT 28 (Apartado 3), ITC-BT 43 e ITC-BT 44.
- Guía Técnica de aplicación del REBT con su desglose GUÍA-BT 09.
- CTE (Código Técnico de la Edificación) en su documento básico DB-HE 3 sobre eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, y su documento básico DB-SI 4 Apartado 2 sobre la señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.
- ITC-EA 1 al 4 del REEAE (Reglamento de Eficiencia Energética para Alumbrado de Exterior).
- UNE-EN Serie 60598 (Luminarias).
- UNE-EN 12464-1: 2012 (Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Lugares de trabajo en interiores).
- UNE-EN 12464-2: 2016 (Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Lugares de trabajo exteriores).
- UNE-EN 1838: 2016 (Iluminación. Alumbrado de emergencia).
- UNE 23033-1: 1981 (Seguridad contra incendios. Señalización).
- UNE-EN 62722-1:2016 (Prestaciones de las luminarias. Requisitos generales).
- UNE-EN 62722-2-1: 2016 (Prestaciones de las luminarias. Requisitos particulares para luminarias de LED).

8.1.6 Normativa sobre protecciones en baja tensión

Se ha utilizado la siguiente normativa para el cálculo y dimensionado de las protecciones de baja tensión:

- REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 09, ITC-BT 22, ITC-BT 23, ITC-BT 24, ITC-BT 47 e ITC-BT 48.
- Guía Técnica de aplicación del REBT con sus desgloses GUÍA-BT 22, GUÍA-BT 23, GUÍA-BT 24 y GUÍA-BT ANEXO 3.
- UNE-HD Serie 60364-4 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Protección para garantizar la seguridad).
- UNE-EN 60898-1: 2004 (Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecorrientes. Interruptores automáticos para funcionamiento en corriente alterna).
- UNE-EN 60947-2: 2018 (Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos).
- UNE-EN 61008-1: 2013 (Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobrecorrientes, para usos domésticos y análogos (ID). Reglas generales).
- UNE-EN 61009-1: 2013 (Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado, para usos domésticos y análogos (AD). Reglas generales).
- UNE-EN 61140: 2017 (Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos).
- UNE-EN 60529: 2018 (Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)).
- UNE-EN Serie 60909 (Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna).
- UNE-IEC/TS 60479-1: 2007 (Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Aspectos generales).

8.1.7 Normativa sobre instalaciones de puesta a tierra

Para la instalación de puesta a tierra de la nave se han seguido las disposiciones marcadas por las normas e instrucciones:

- REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 08, ITC-BT 18 e ITC-BT 24.

- Guía Técnica de aplicación del REBT con sus desgloses GUÍA-BT 08, GUÍA-BT 18 y GUÍA-BT 24.
- UNE-EN 60228: 2005 (Conductores de cables aislados).
- UNE-HD 60364-5-54: 2015 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de los equipos eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección).
- UNE 202006: 2019 (Electrodos de puesta a tierra para instalaciones de baja tensión. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre y sus accesorios).
- UNE 21056: 1981 (Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre).
- UNE-EN 61557-4: 2007 (Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión hasta 1 000 VCA y 1 500 VCC. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección. Resistencia de los conductores de puesta a tierra y conexiones de equipotencialidad).

8.1.8 Normativa sobre compensación de energía reactiva

Para dimensionar la batería de condensadores se ha tenido en cuenta la normativa de a continuación:

- REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) con sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 43 (Apartado 2.7) e ITC-BT 48 (Apartado 2.3).
- UNE-EN Serie 60831 (Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V).
- UNE-EN 61921: 2004 (Condensadores de potencia. Baterías de compensación del factor de potencia en baja tensión).

8.1.9 Otra normativa

Otra normativa variada que se ha utilizado para el proyecto y que no clasifica dentro de los apartados superiores es la siguiente:

- Instrucciones Técnicas Complementarias del REBT no mencionadas, así como los Artículos del 1 al 29 incluidos en dicho Reglamento.
- Todas las instrucciones o apartados de la Guía Técnica de aplicación del REBT, incluyendo los Anexos 1 al 4 de dicha Guía.
- Normativa correspondiente a la seguridad y salud en la obra, recogida por el Estudio Básico de Seguridad y Salud en el documento 6 del presente proyecto.
- Normativas municipales, regionales, nacionales y europeas que de algún modo afecten o tengan en cuenta lo dispuesto para el cálculo de este tipo de instalaciones eléctricas, ya sean Reales Decretos, ordenanzas, leyes, etc.

- Normativa particular de la Compañía Suministradora de energía, en este caso VIESGO.

8.2 LIBROS Y CATÁLOGOS

Los siguientes libros (formato físico) y catálogos (formato digital) han servido de base para realizar el dimensionamiento de la instalación, así como para la elección de todos los dispositivos, apartamentas y componentes que conforman la misma:

- Catálogo de iluminación interior Philips 2018/19.
- Catálogo de iluminación exterior Philips 2018/19.
- GE Lighting Outdoor Product Catalogue 2018.
- Catálogo General Legrand 2017/18.
- Catálogo de compensación de energía reactiva y filtrado de armónicos Schneider Electric 2016.
- Catálogo general Unex 2017/2018.
- Catálogo de tubos para conducciones eléctricas, usos industriales, agrícola, saneamiento y otras aplicaciones Odi Bakar 2014.
- Catálogo de cables y accesorios para baja tensión Prysmian 2018.
- *Instalaciones eléctricas en baja tensión: diseño, cálculo, dirección, seguridad y montaje*, editorial Ra-Ma, autores Antonio Colmenar y Juan Luis Hernández.
- *Diseño y cálculo de instalaciones eléctricas en baja tensión*, editorial Munilla-Lería, autores Roberto Alonso González, Félix Aramburu Gaviola y Rocío Sancho Alambillaga.
- *Instalaciones eléctricas. Soluciones a problemas en baja y alta tensión*, editorial Cengage Learning Paraninfo, autor José Luis Sanz Serrano.
- *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*, editorial Thomson-Paraninfo, autor José García Trasancos.

8.3 PÁGINAS WEB

Las siguientes páginas han servido, junto con la información obtenida de los catálogos, para la elección de todos los dispositivos, apartamentas y componentes que constituyen la instalación y obtener información de los mismos:

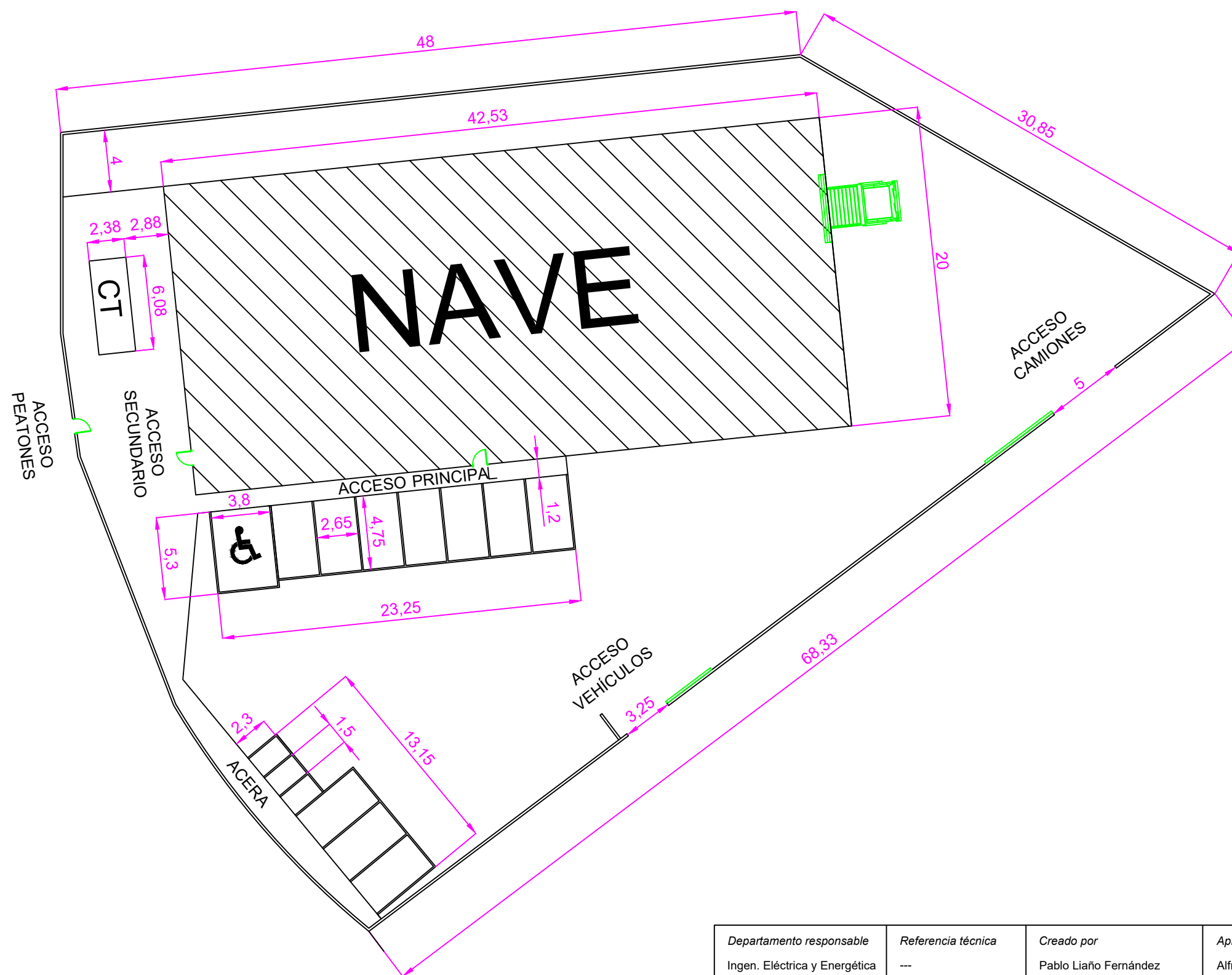
- www.directindustry.es
- www.generadordeprecios.info
- www.hermeticicle.es
- www.ecoluzled.com/blog


- www.lighting.philips.es
- www.gelighting.com
- www.legrand.es
- www.schneider-electric.es
- www.ledvance.es
- www.topcable.com
- www.viesgodistribucion.com/normativa
- www.voltimum.com
- www.ormazabal.com/es
- www.materialelectricoyenchufes.es
- www.unex.net/ES/productos
- www.odibakar.com
- es.prysmiangroup.com/products-and-solutions/construction-and-infrastructures/power-and-control/low-voltage-power-cables
- www.plcmadrid.es
- www.hager.es
- www.sumidelec.com
- www.soloepis.com
- www.aenor.com
- www.obo.es/es-es/productos/Sistemas-de-canalizacion-bajo-suelo-2938
- www.pinazo.com/instalaciones-de-enlace
- www.diselec.es/material-electrico
- www.aenor.com
- www.boe.es/legislacion
- www.codigotecnico.org/

8.4 SOFTWARE INFORMÁTICO

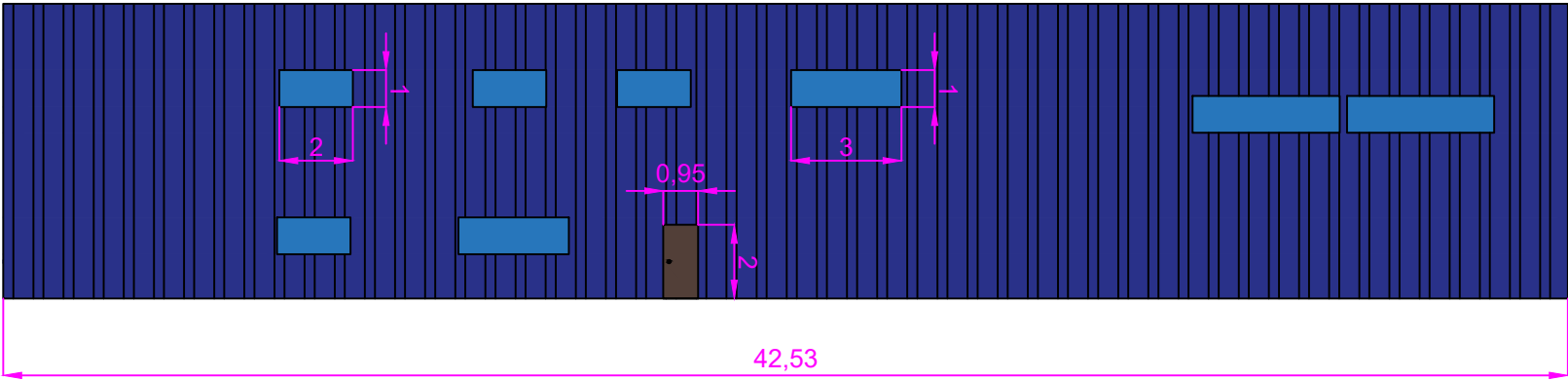
En la tabla que se muestra a continuación se listan los programas informáticos utilizados para la elaboración del presente proyecto, con su información de descarga y uso al que se ha destinado cada uno:

Software	Dirección de descarga	Fecha de descarga	Uso dado
Microsoft Word para Office 365	Descarga Office 365 UNICAN	02/06/2018	Redacción del presente proyecto con sus correspondientes documentos.
Microsoft Excel para Office 365	Descarga Office 365 UNICAN	02/06/2018	Elaboración de las distintas tablas que componen el proyecto y cálculos asociados a los datos contenidos en ellas.
Microsoft PowerPoint para Office 365	Descarga Office 365 UNICAN	02/06/2018	Elaboración de la presentación para la defensa del presente proyecto.
AutoCAD 2018	Descarga AutoCAD	02/06/2018	Elaboración y edición de los planos que componen el correspondiente documento del proyecto.
DIALux 4.13	Descarga DIALux 4.13	04/08/2018	Apoyo para el dimensionamiento de la instalación de alumbrado tanto interior como exterior.
Legrand Emerlight 4.0	Descarga Emerlight 4.0	15/10/2018	Apoyo para el dimensionamiento de la instalación del alumbrado de emergencia.
amiKIT 4.0 de Ormazabal	Descarga amiKIT 4.0	22/01/2019	Obtención de los planos del centro de transformación instalado, así como del desglose de su presupuesto y condiciones particulares de Ormazabal.
Ecodial Advanced Calculation ES V 4.8 de Schneider Electric	Descarga Ecodial Advance Calculation 4.8	28/04/2019	Obtención de las curvas de disparo de los dispositivos de protección de la instalación para la adopción de una correcta selectividad.

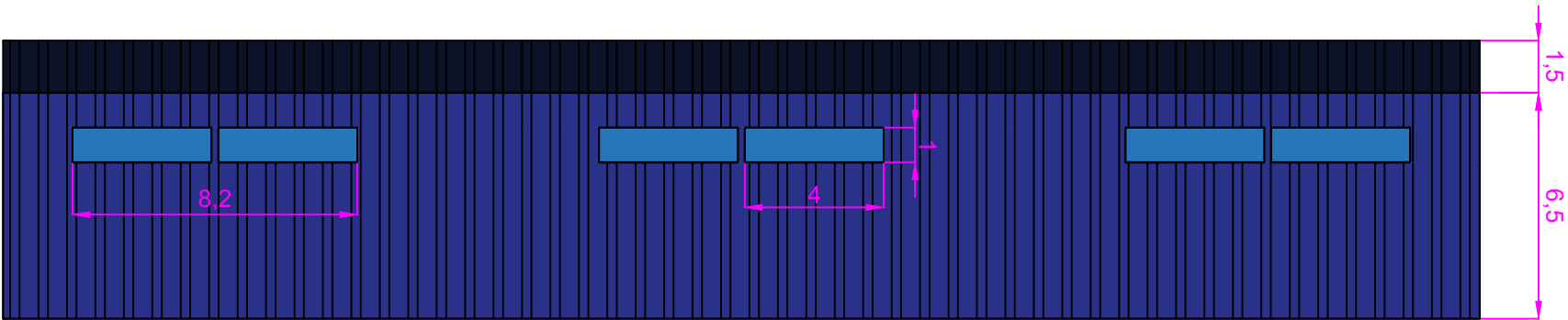
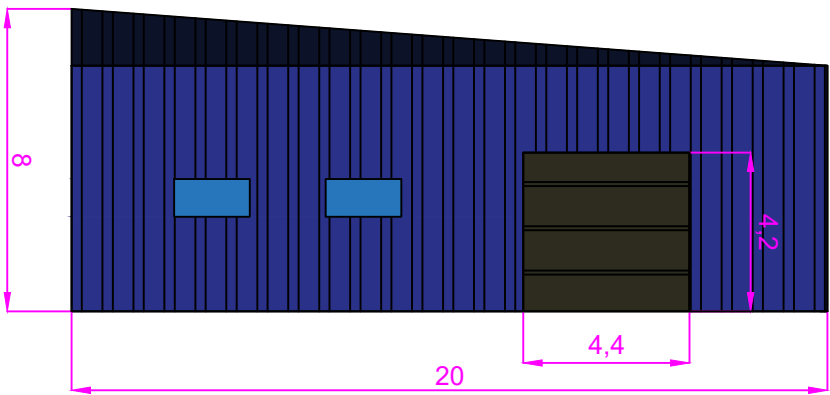


<i>Departamento responsable</i> Ingen. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i> ---	<i>Creado por</i> Pablo Liaño Fernández	<i>Aprobado por</i> Alfredo Ortiz Fernández	<i>Formato</i> A3
 <p>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</p> <hr/> <p>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>		<i>Tipo de documento</i> Conjunto	<i>Estado del documento</i> Editado	
		<i>Título</i> Plano 1: Distribución de la parcela	<i>Escala</i> 1:300	<i>Fecha de edición</i> Junio 2019

ALZADO PRINCIPAL




PERFIL LATERAL DERECHO

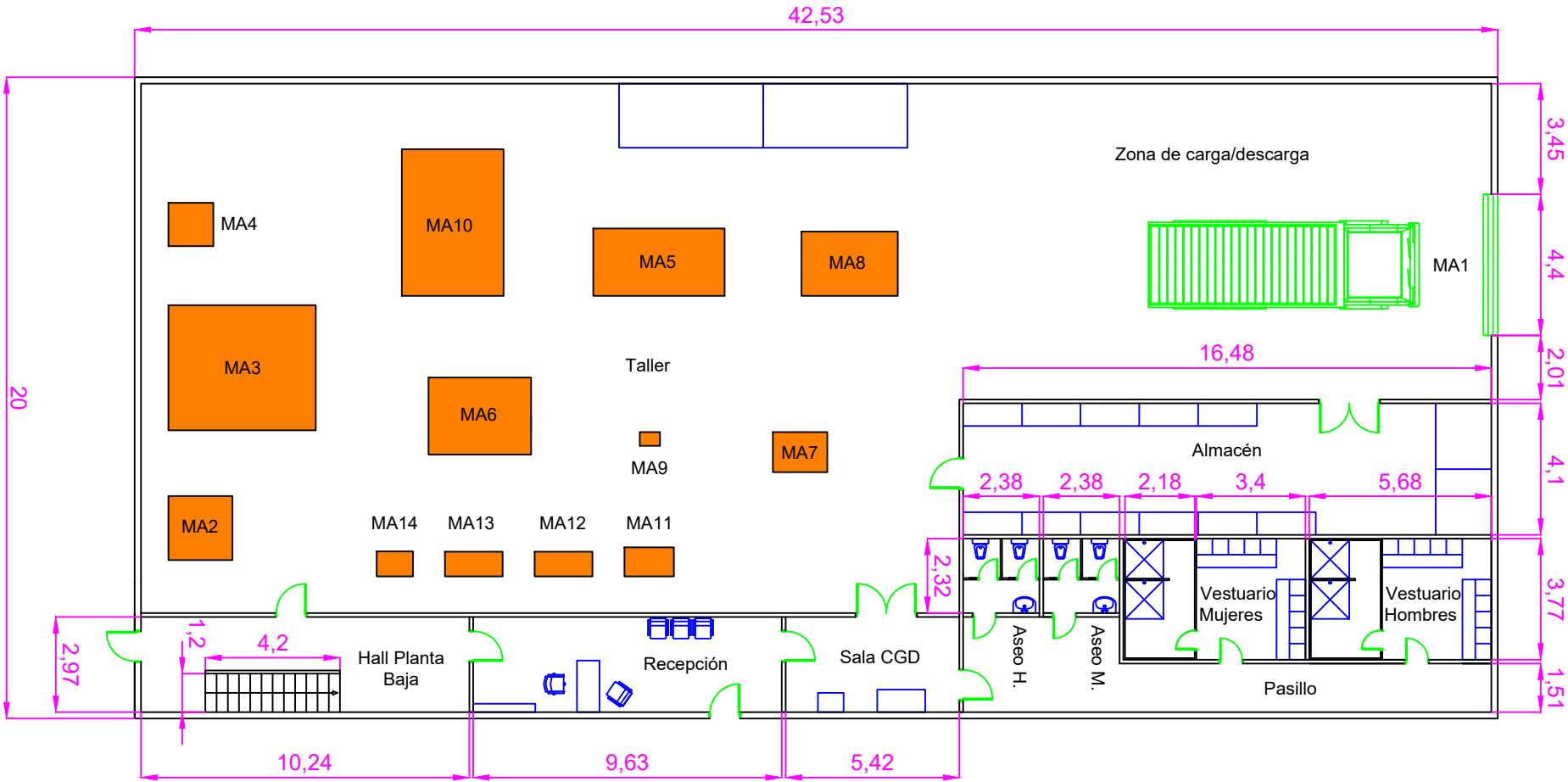


ALZADO POSTERIOR

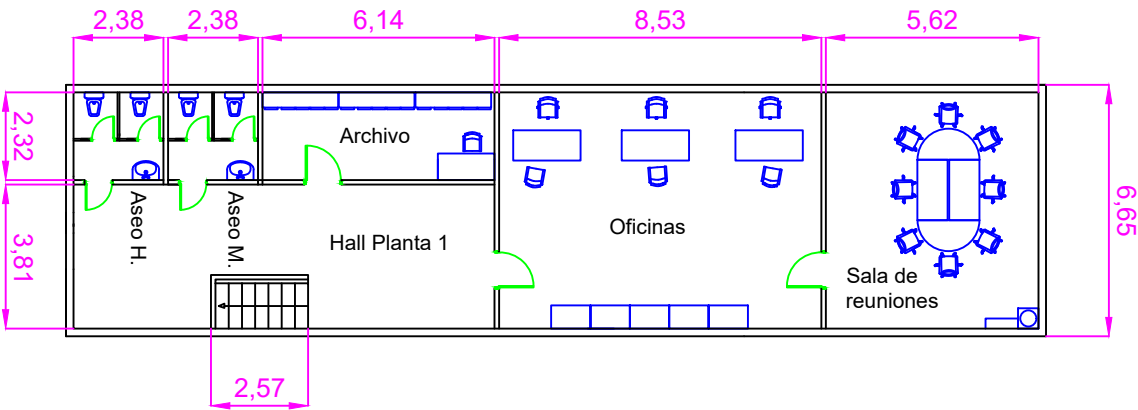
Cotas en metros

Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3			
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado			
		Título Plano 2: Vistas de la nave					
				Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es	Hoja 2/17

PLANTA BAJA




MAQUINARIA DEL TALLER	
MA1	Puerta taller enrollable
MA2	Torno vertical/taladro
MA3	Cizalla guillotina
MA4	Tronzadora automática
MA5	Fresadora 3 ejes
MA6	Máquina escuadradora
MA7	Fresadora copiadora
MA8	Prensa electrohidráulica
MA9	Limadora de disco
MA10	Centro de mecanizado
MA11	Máquina retestadora
MA12/MA13	Aspiradora
MA14	Compresor

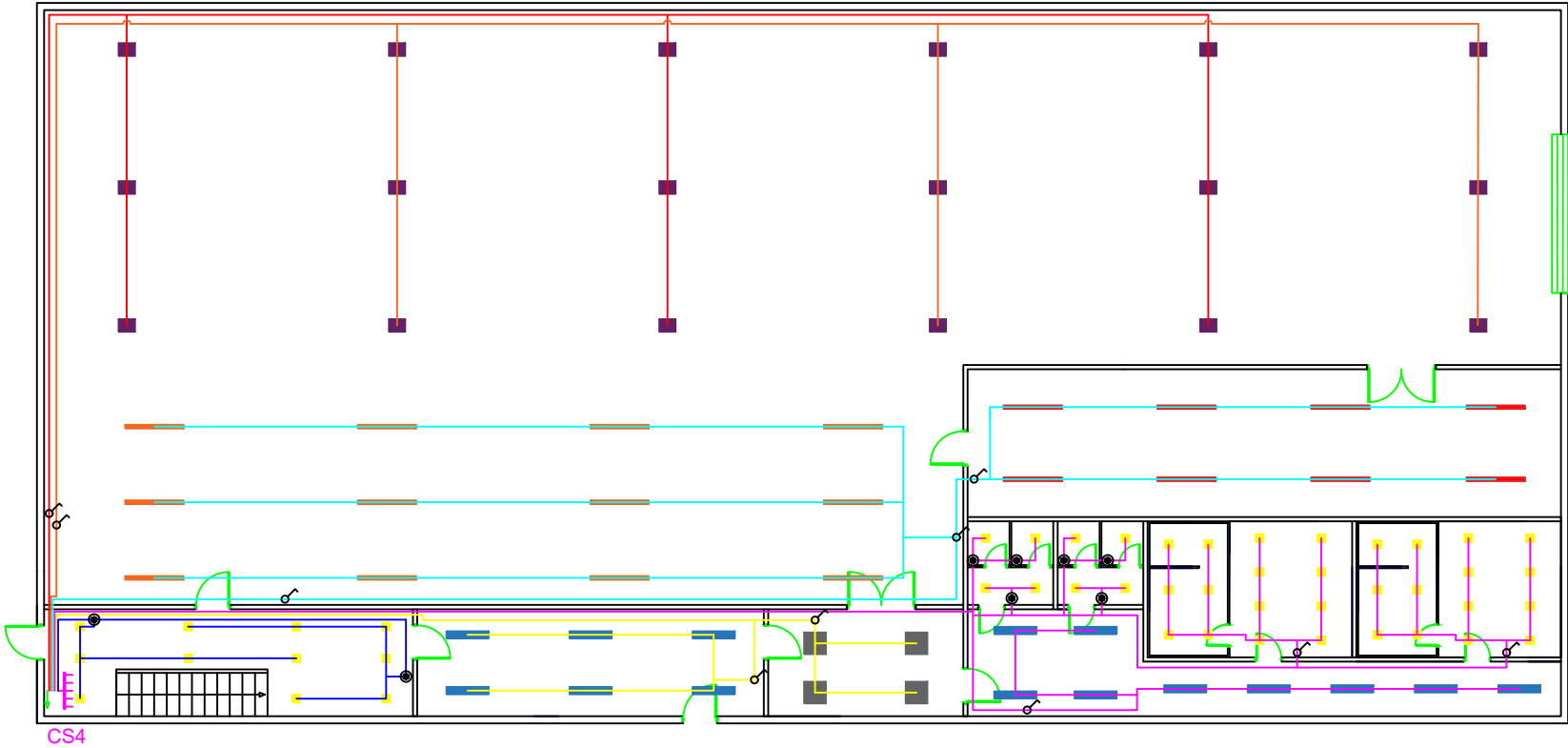


PLANTA 1

















Cotas en metros

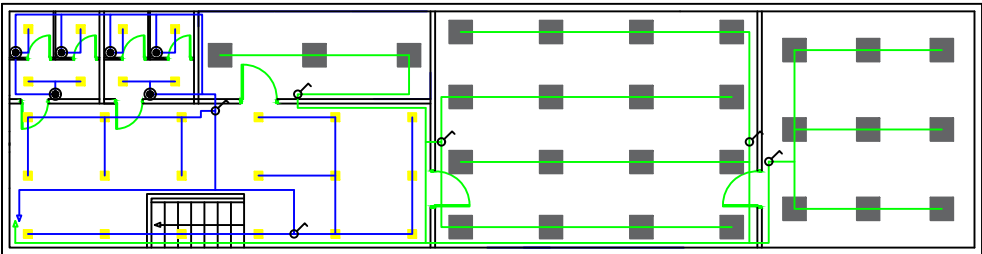
Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3			
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado			
		Título Plano 3: Distribución de la nave					
				Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es	Hoja 3/17

PLANTA BAJA




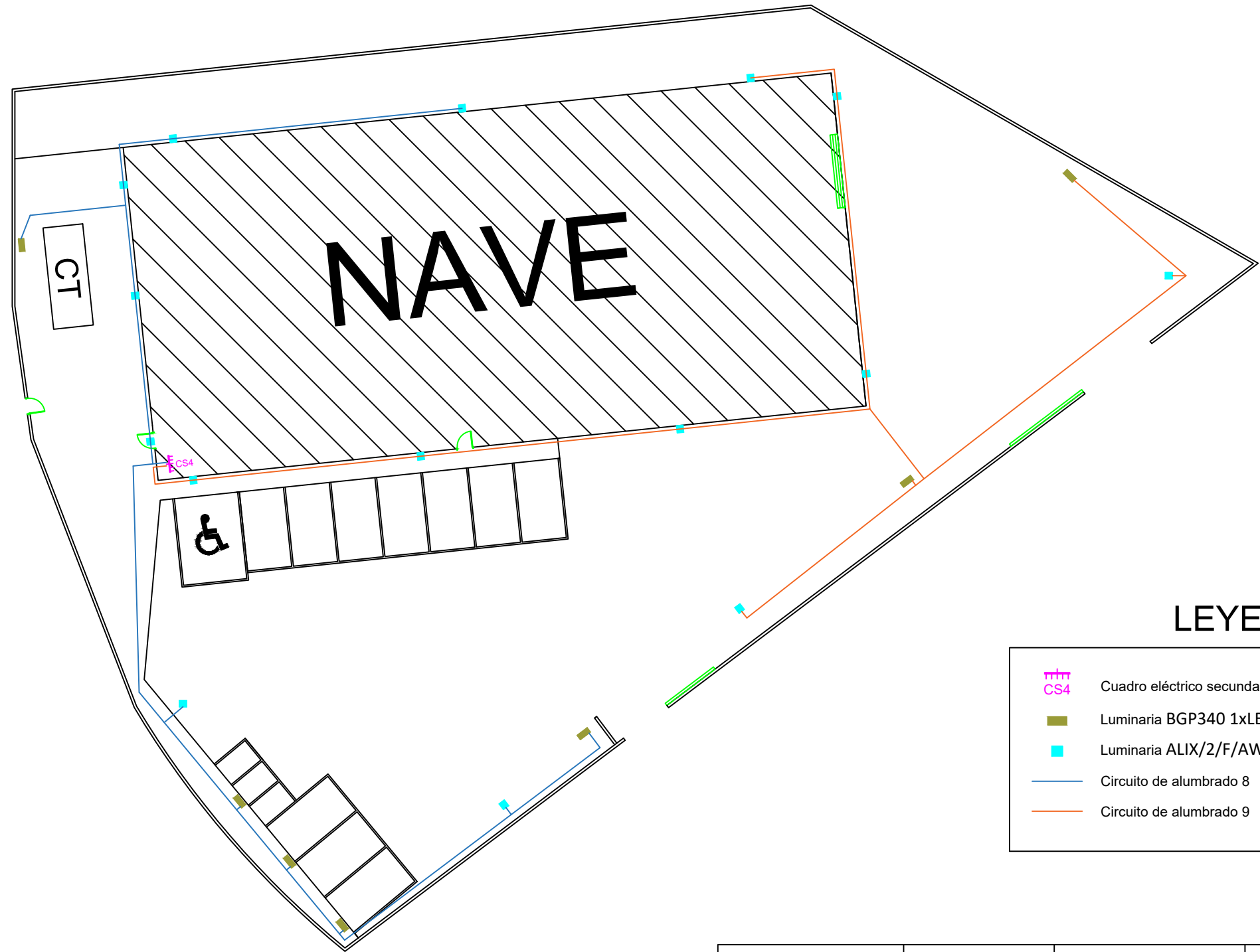
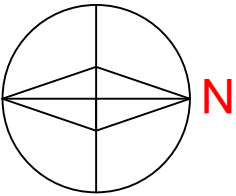
LEYENDA

	Cuadro eléctrico secundario 4
	Luminaria WT470C L1600 1xLED35S/840 WB
	Luminaria WT470C L1600 1xLED64S/840 VWB
	Luminaria BY470P 1xGRN130S/840 MB GC
	Luminaria SM134V PSU W20L120 1xLED27S/840 NOC
	Luminaria RC132V W60L60 1xLED34S/830 OC
	Luminaria DN572B PSE-E 1xLED12S/830 M
	Circuito de alumbrado 1
	Circuito de alumbrado 2
	Circuito de alumbrado 3
	Circuito de alumbrado 4
	Circuito de alumbrado 5
	Circuito de alumbrado 6
	Circuito de alumbrado 7
	Interruptor de alumbrado unipolar
	Pulsador de alumbrado




PLANTA 1

Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3			
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado			
		Título Plano 4: Distribución de la iluminación interior					
				Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es	Hoja 4/17

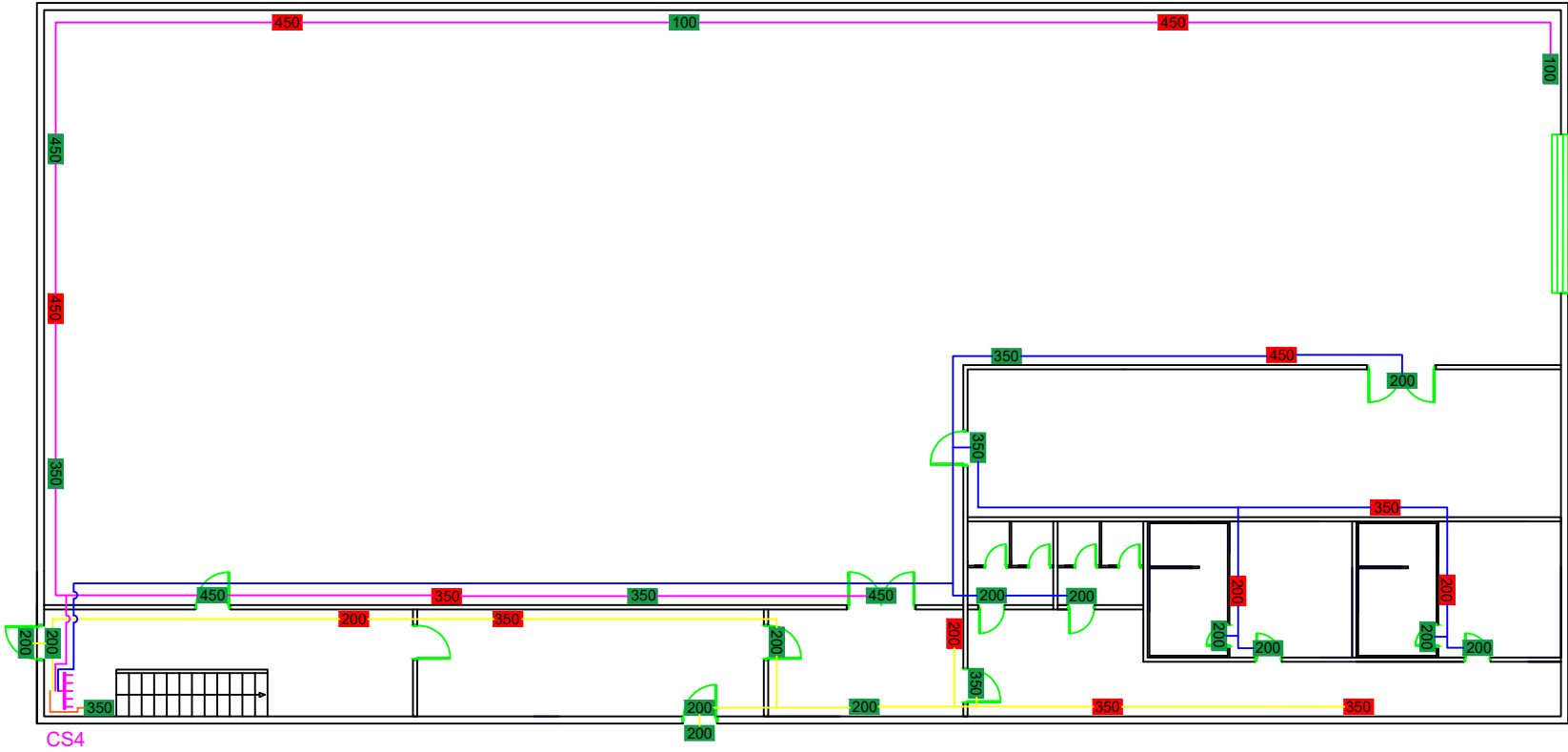


LEYENDA

	Cuadro eléctrico secundario 4
	Luminaria BGP340 1xLED92-3S/740 DM
	Luminaria ALIX/2/F/AW/140/4/N/ST/1/N/C
	Circuito de alumbrado 8
	Circuito de alumbrado 9

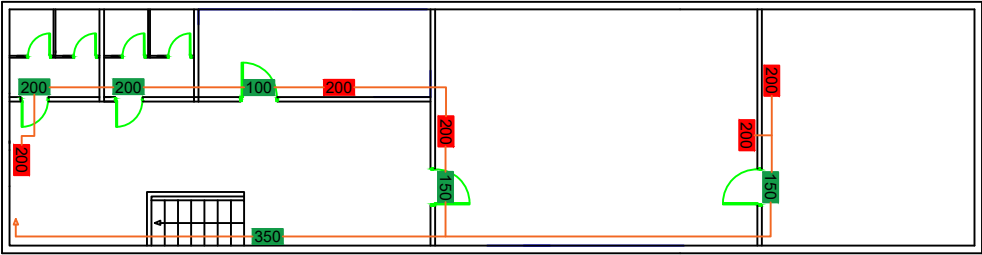
Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3		
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>	Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado			
	Título Plano 5: Distribución de la iluminación exterior					
			Escala 1:300	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es	Hoja 5/17

PLANTA BAJA




LEYENDA

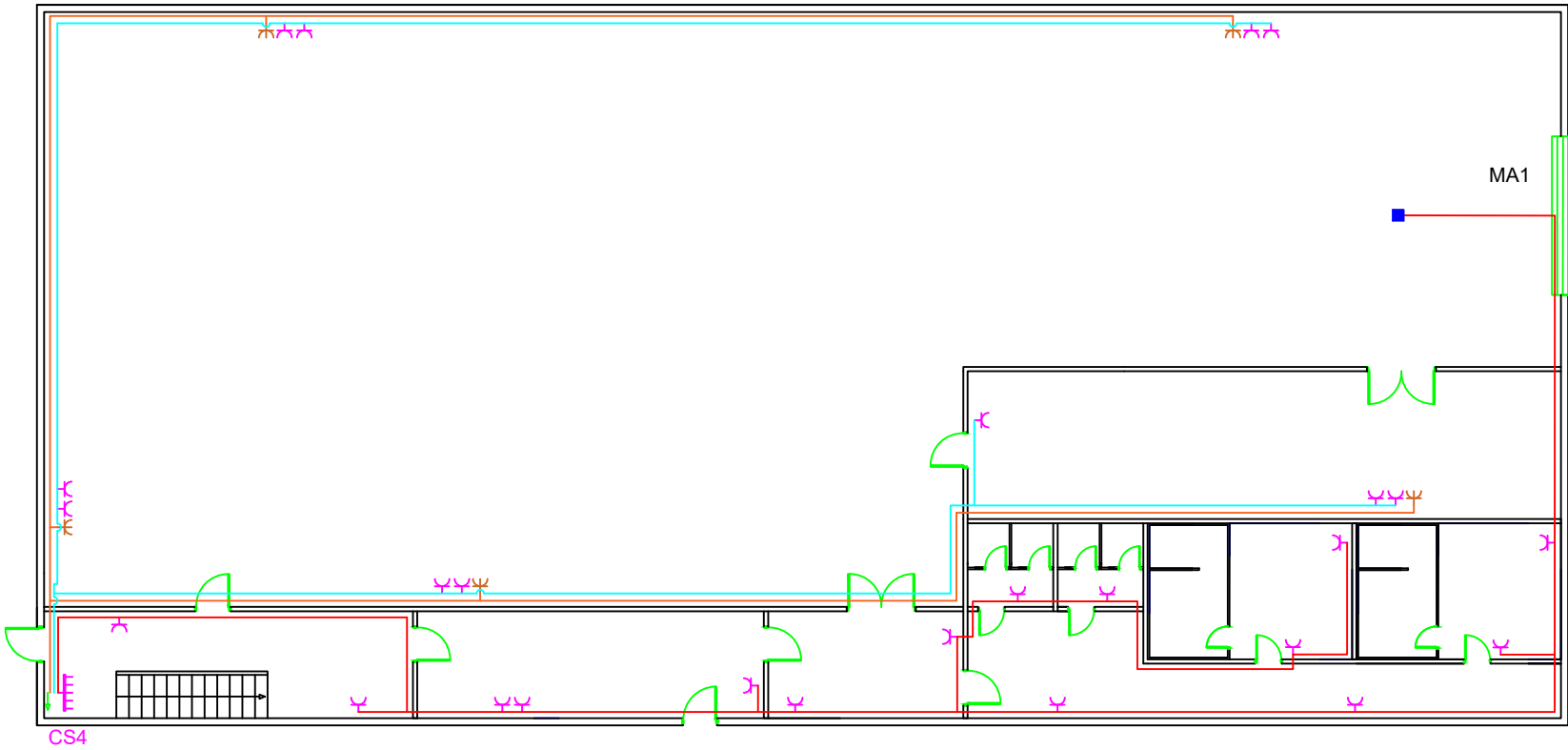
	Cuadro eléctrico secundario 4
	Luminaria URA34 LED/100 lum 1 h
	Luminaria URA34 LED/150 lum 1 h
	Luminaria URA34 LED/200 lum 1 h
	Luminaria URA34 LED/350 lum 1 h
	Luminaria URA34 LED/450 lum 1 h
	Luminaria URA34 LED/200 lum 1 h sobre extintor contra incendios
	Luminaria URA34 LED/350 lum 1 h sobre extintor contra incendios
	Luminaria URA34 LED/450 lum 1 h sobre extintor contra incendios
	Circuito de alumbrado 10
	Circuito de alumbrado 11
	Circuito de alumbrado 12
	Circuito de alumbrado 13



PLANTA 1

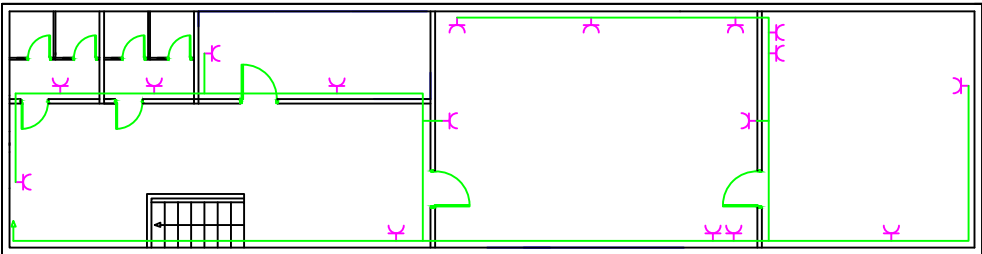
Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3			
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado			
		Título Plano 6: Distribución del alumbrado de emergencia					
				Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es	Hoja 6/17

PLANTA BAJA



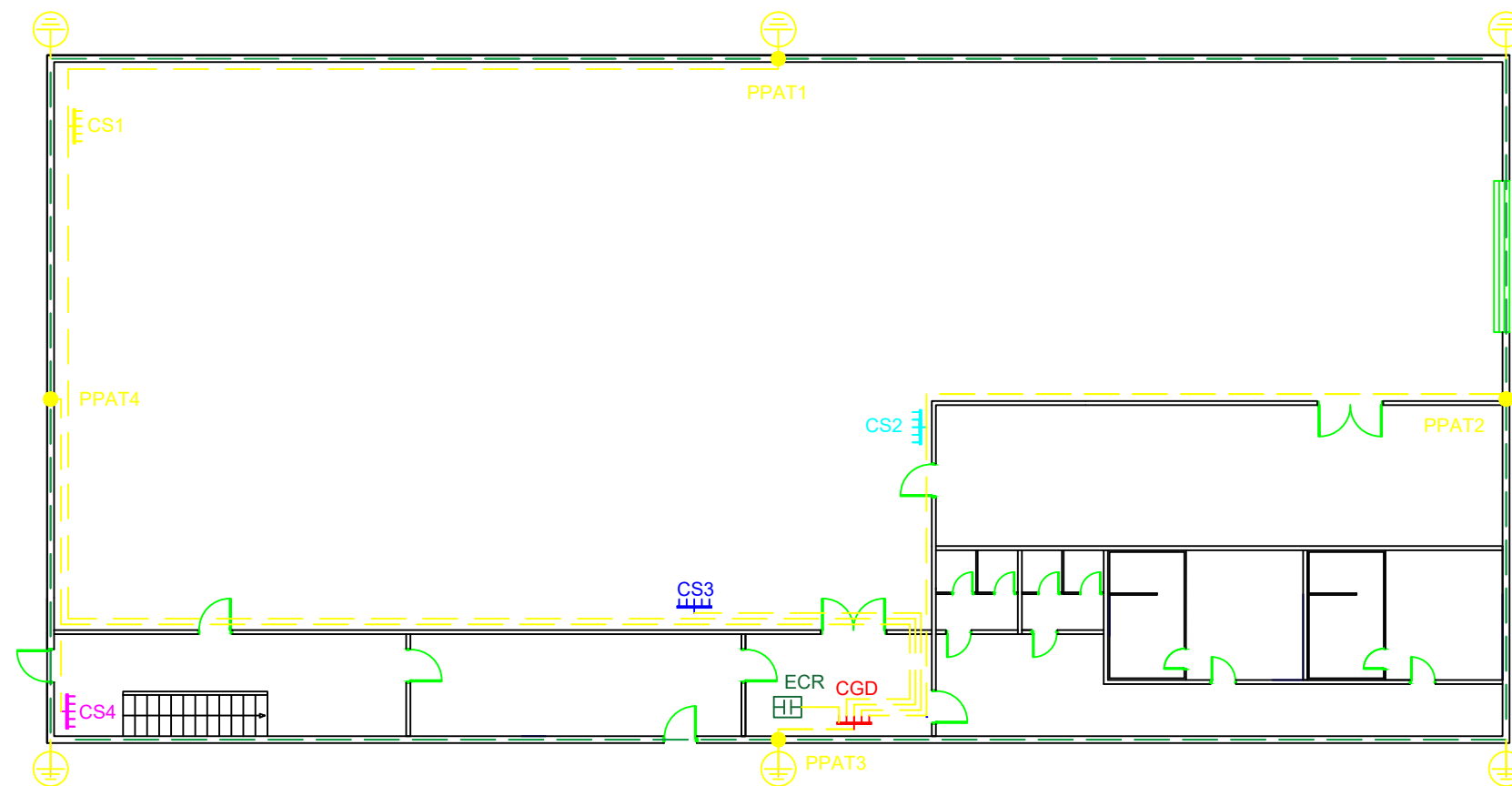
LEYENDA

	Cuadro eléctrico secundario 4
	Toma de corriente trifásica de 16 A/ 400 V
	Toma de corriente monofásica de 16 A/ 230 V
	Toma de corriente monofásica de 16 A/ 230 V para MA1
	Circuito de tomas de corriente 1
	Circuito de tomas de corriente 2
	Circuito de tomas de corriente 3
	Circuito de tomas de corriente 4




PLANTA 1

Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3
		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado	
		Título Plano 7: Distribución de las tomas de corriente		
			Escala 1:200	Fecha de edición Junio 2019
			Idioma es	Hoja 7/17

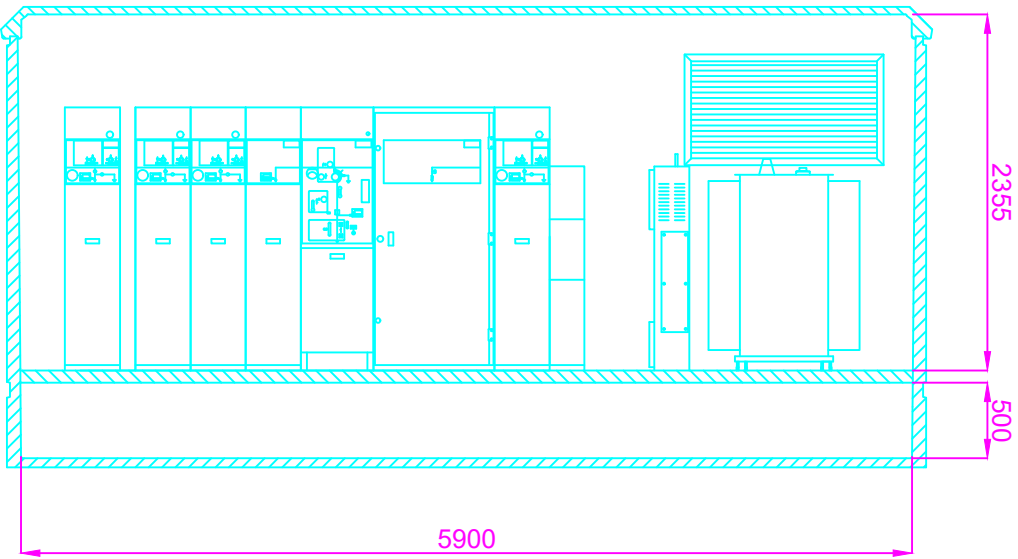


LEYENDA

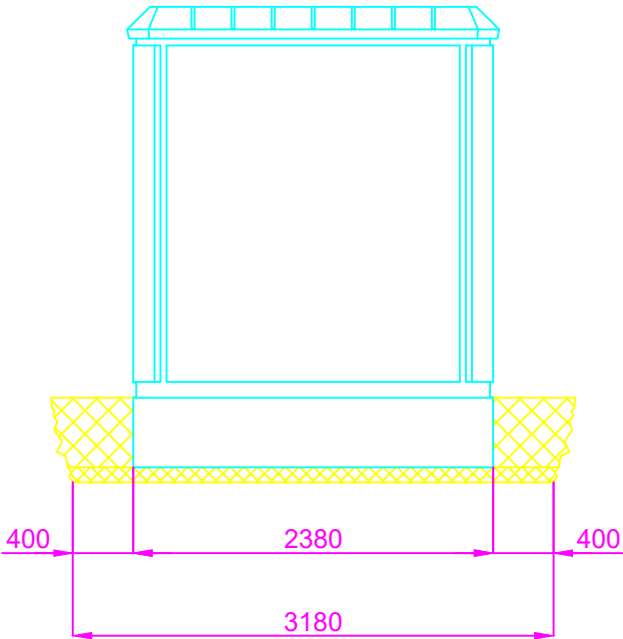
	Cuadro general de distribución
	Cuadro secundario 1
	Cuadro secundario 2
	Cuadro secundario 3
	Cuadro secundario 4
	Equipo de compensación de energía reactiva
	Pica de acero cobreado de 15 mm de diám. y 2 m de largo
	Punto de puesta a tierra
	Línea principal de tierra de cobre desnudo de 35 mm2
	Conductores de protección de cobre de distintas secciones

<i>Departamento responsable</i> Ingen. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i> ---	<i>Creado por</i> Pablo Liaño Fernández	<i>Aprobado por</i> Alfredo Ortiz Fernández	<i>Formato</i> A3			
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		<i>Tipo de documento</i> Conjunto		<i>Estado del documento</i> Editado			
		<i>Título</i> Plano 8: Puesta a tierra de la nave					
				<i>Escala</i> 1:200	<i>Fecha de edición</i> Junio 2019	<i>Idioma</i> es	<i>Hoja</i> 8/17

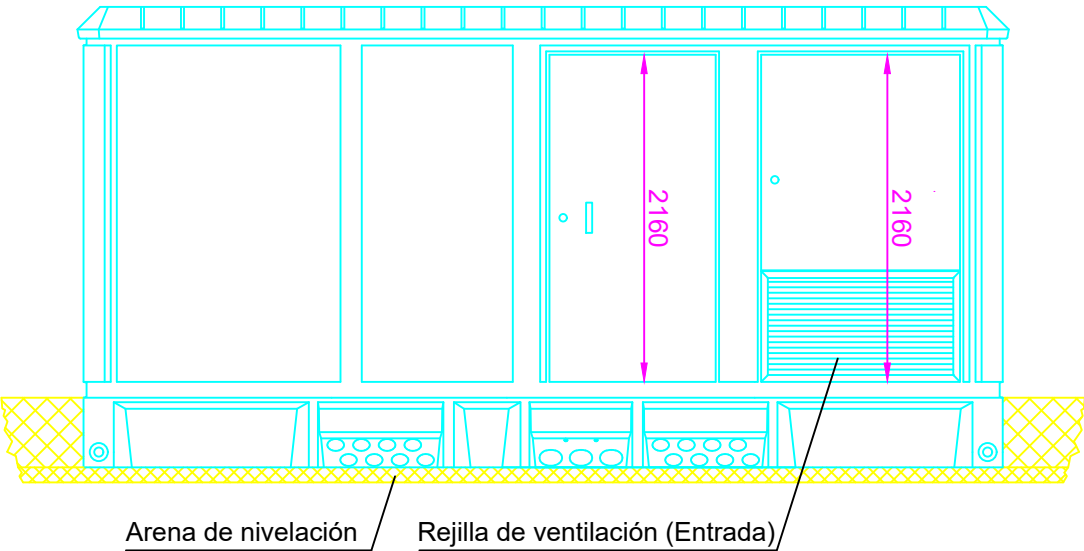
CORTE LONGITUDINAL



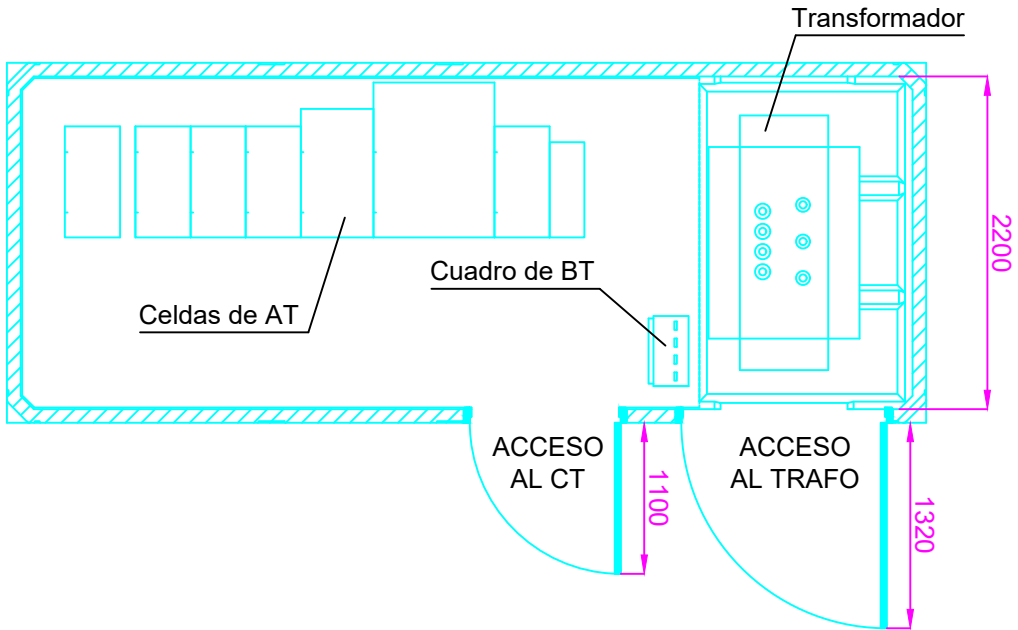
PERFIL



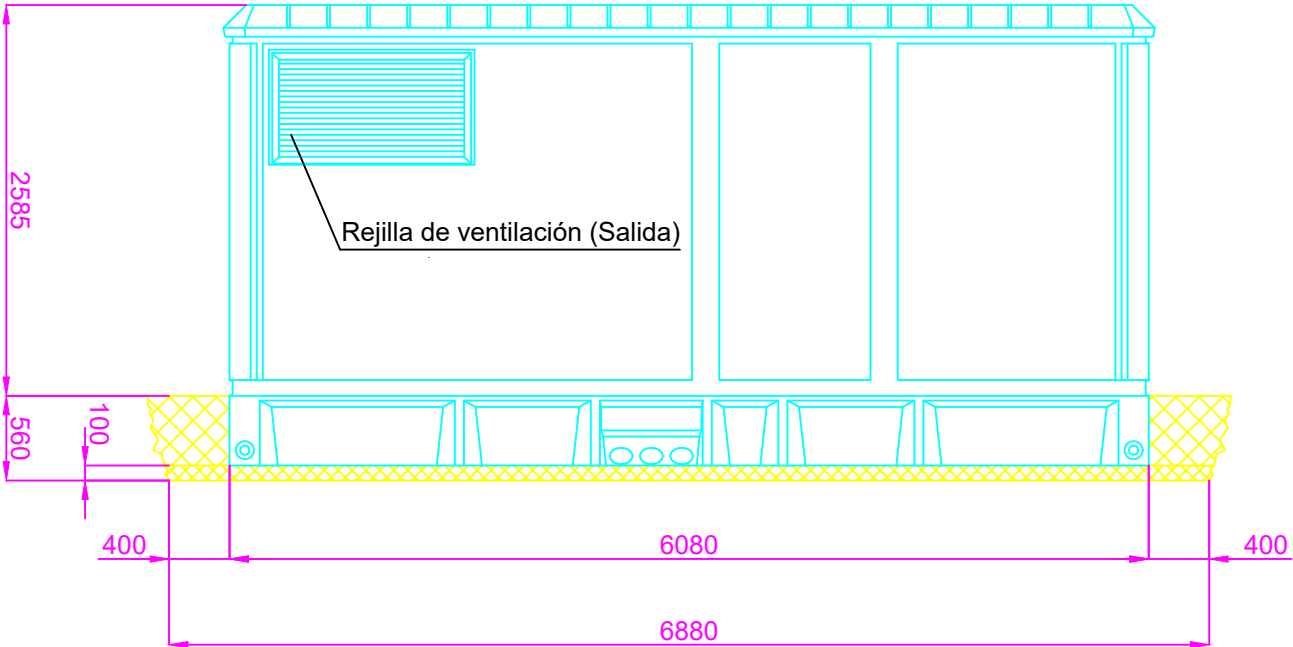
ALZADO PRINCIPAL



PLANTA




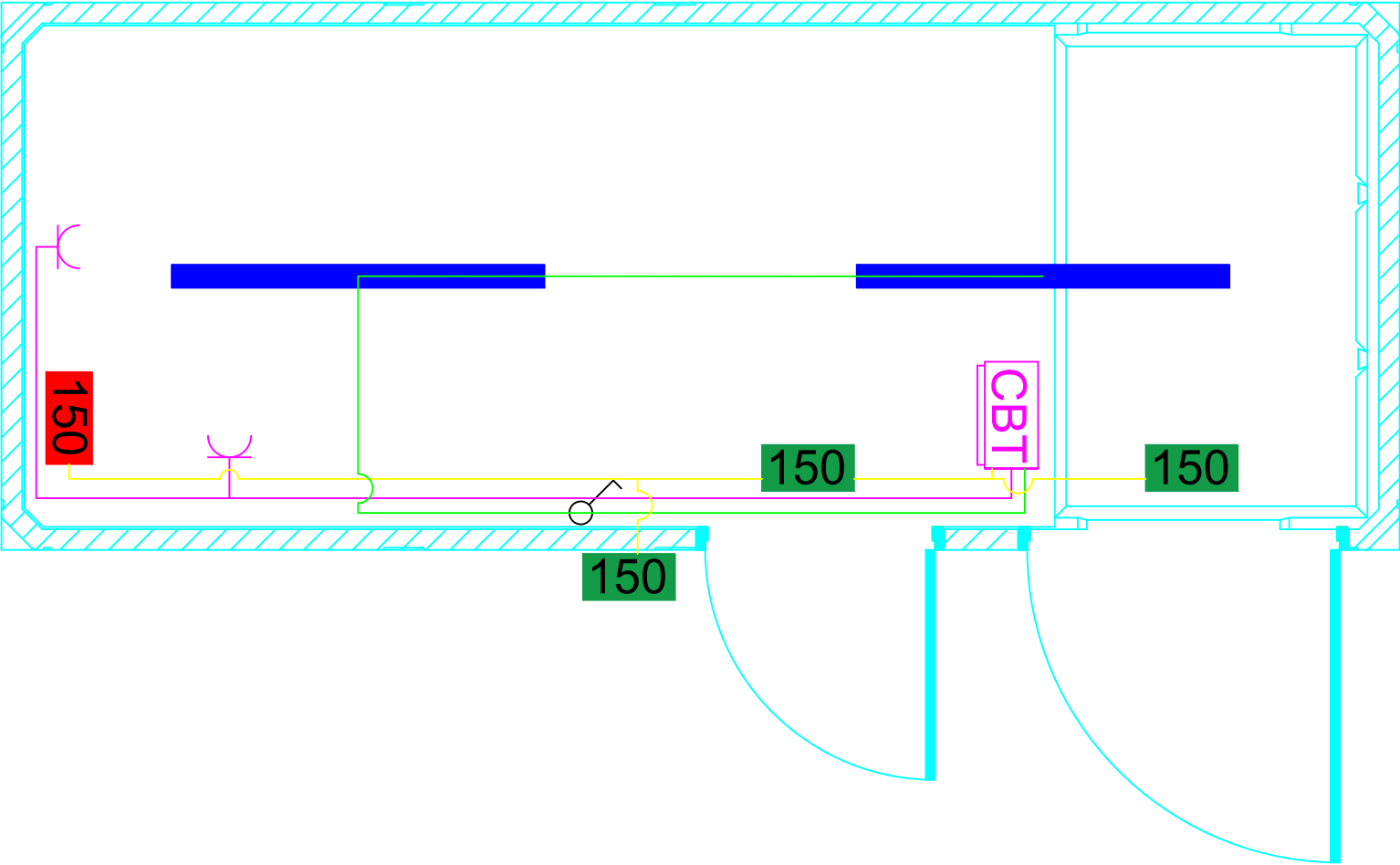
ALZADO POSTERIOR



DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
6880 mm largo x 3180 mm ancho x 560 mm profundo


Cotas en mm

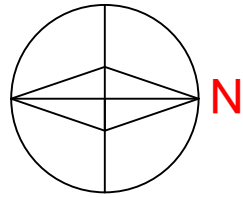
Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3	
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado	
		Título Plano 9: Centro de transformación			
				Escala 1:50	Fecha de edición Junio 2019



LEYENDA


	Cuadro eléctrico de baja tensión del CT
	Luminaria WT470C L1600 1XLED35S/840 WB
	Luminaria URA34 LED/150 lum 1 h
	Luminaria URA34 LED/150 lum 1 h sobre extintor contra incendios
	Toma de corriente monofásica de 16 A/230 V
	Interruptor de alumbrado unipolar
	Circuito de alumbrado 14
	Circuito de alumbrado 15
	Circuito de tomas de corriente 5

Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3			
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado			
		Título Plano 10: Instalaciones secundarias del centro de transformación					
				Escala 1:30	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es	Hoja 10/17



LEYENDA

- CGD Cuadro general de distribución
- CS1 Cuadro secundario 1
- CS2 Cuadro secundario 2
- CS3 Cuadro secundario 3
- CS4 Cuadro secundario 4
- ECR Equipo de compensación de energía reactiva
- Acometida de VIESGO, conductor RHZ1-OL 12/20 kV 3x150 mm2 Al en canalización enterrada bajo tubo de 200 mm a 1 m de profundidad y 0,8 m de ancho.
- Derivación individual, conductor RZ1 0,6/1 kV 3x300/240 mm2 en canalización enterrada bajo tubo de 315 mm a 0,65 m de profundidad y 0,7 m de ancho.
- Canalización empotrada en suelo del taller de 0,4 m de ancho por 0,6 m de profundo para conducción de circuitos de alimentación de maquinaria.
- Línea de alimentación secundaria 1 (CGD - CS1)
- Línea de alimentación secundaria 2 (CGD - CS2)
- Línea de alimentación secundaria 3 (CGD - CS3)
- Línea de alimentación secundaria 4 (CGD - CS4)
- Línea de alimentación secundaria 5 (CGD - ECR)

Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3	
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado	
		Título Plano 11: Conexión CT - CGD - Cuadros secundarios - Maquinaria			
		Escala 1:300	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es	Hoja 11/17

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CBT

Derivación individual
3x300/240 mm²
I_b=564 A
I_z=620 A

In=630 A
Icu=50 kA

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

PPAT3

Cond. prot.
35 mm²

In=250 A
Id=300 mA

In=160 A
Icu=36 kA

I_b=158 A, I_z=243 A
3x70/70 mm²

LAS1

A cuadro secundario 1

In=250 A
Id=300 mA

In=160 A
Icu=36 kA

I_b=122 A, I_z=153 A
3x35/35 mm²

LAS2

A cuadro secundario 2

In=250 A
Id=300 mA

In=250 A
Icu=36 kA

I_b=183 A, I_z=188 A
3x50/50 mm²

LAS3

A cuadro secundario 3

In=250 A
Id=300 mA

In=160 A
Icu=36 kA

I_b=130 A, I_z=153 A
3x35/35 mm²

LAS4

A cuadro secundario 4

In=250 A
Id=300 mA

In=250 A
Icu=36 kA

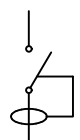
I_b=152 A, I_z=298 A
3x95/95 mm²

LAS5

Equipo
compensación
energía reactiva

Q_{calc.}=105,5 kvar
Q_{bate.}=150 kvar


LEYENDA

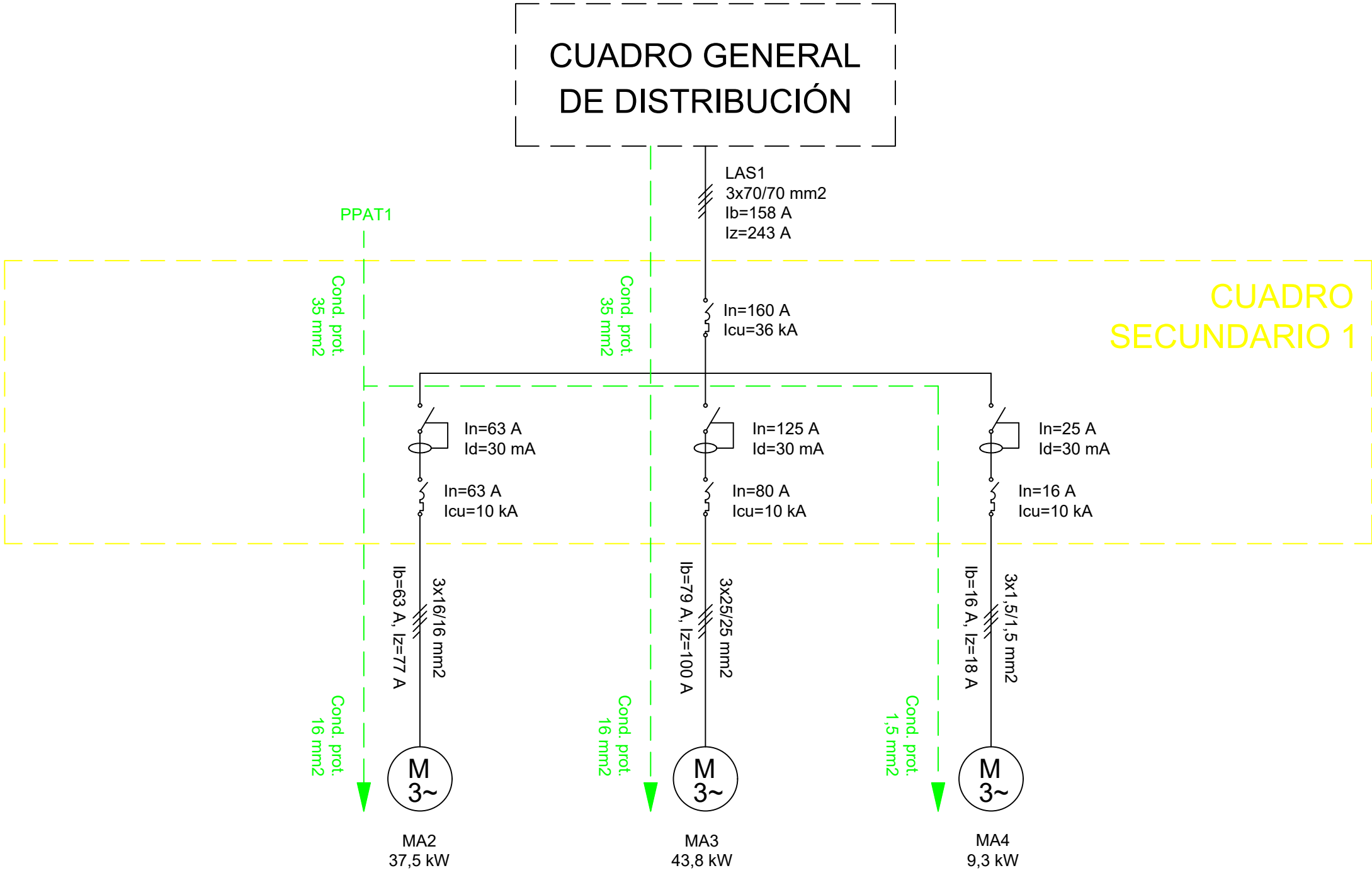


Interruptor diferencial (bloque)

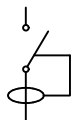





Interruptor automático
magnetotérmico

Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3		
 E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado		
		Título Plano 13: Esquema unifilar del cuadro general de distribución				
				Escala S/E	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es

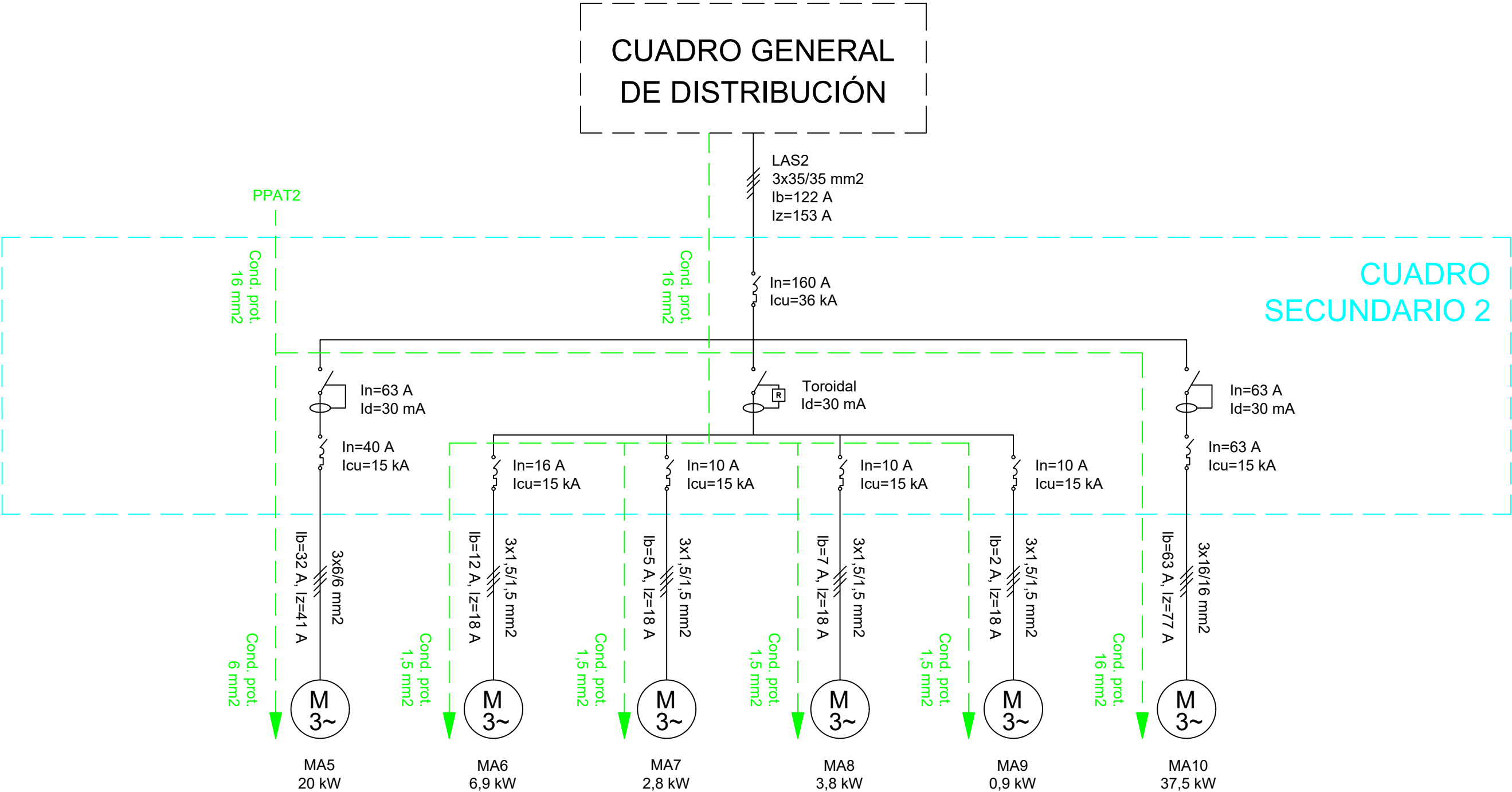


LEYENDA

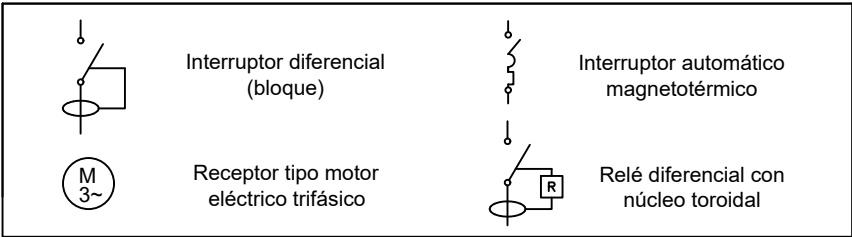
	Interruptor diferencial (bloque)		Interruptor automático magnetotérmico		Receptor tipo motor eléctrico trifásico
---	-------------------------------------	---	--	---	--


Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3	
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado	
		Título Plano 14: Esquema unifilar del cuadro secundario 1			
				Escala S/E	Fecha de edición Junio 2019

CUADRO GENERAL
DE DISTRIBUCIÓN

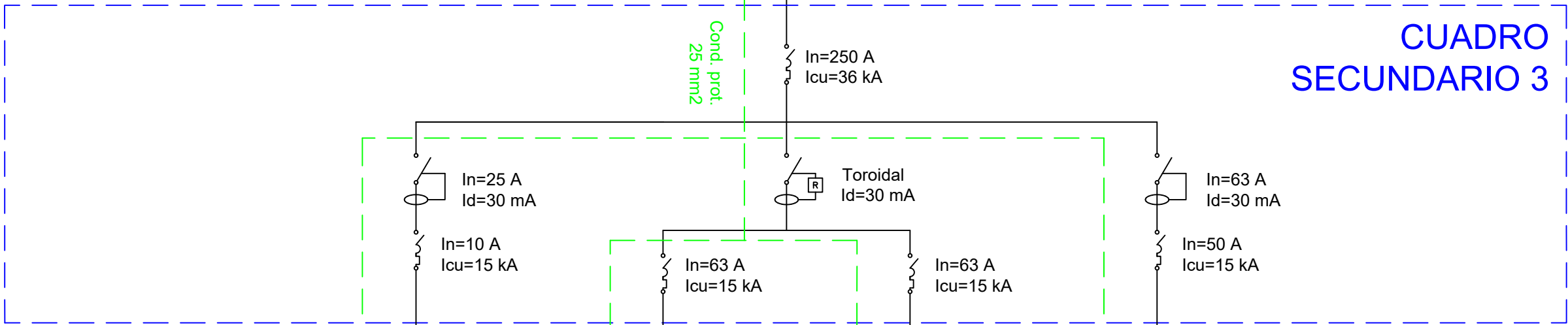


LEYENDA

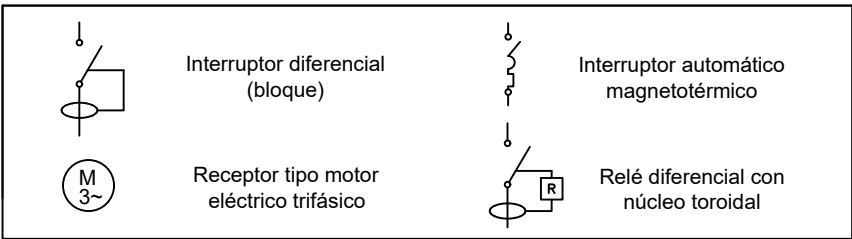



Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3			
 <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado			
		Título Plano 15: Esquema unifilar del cuadro secundario 2					
				Escala S/E	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es	Hoja 15/17

CUADRO GENERAL
DE DISTRIBUCIÓN

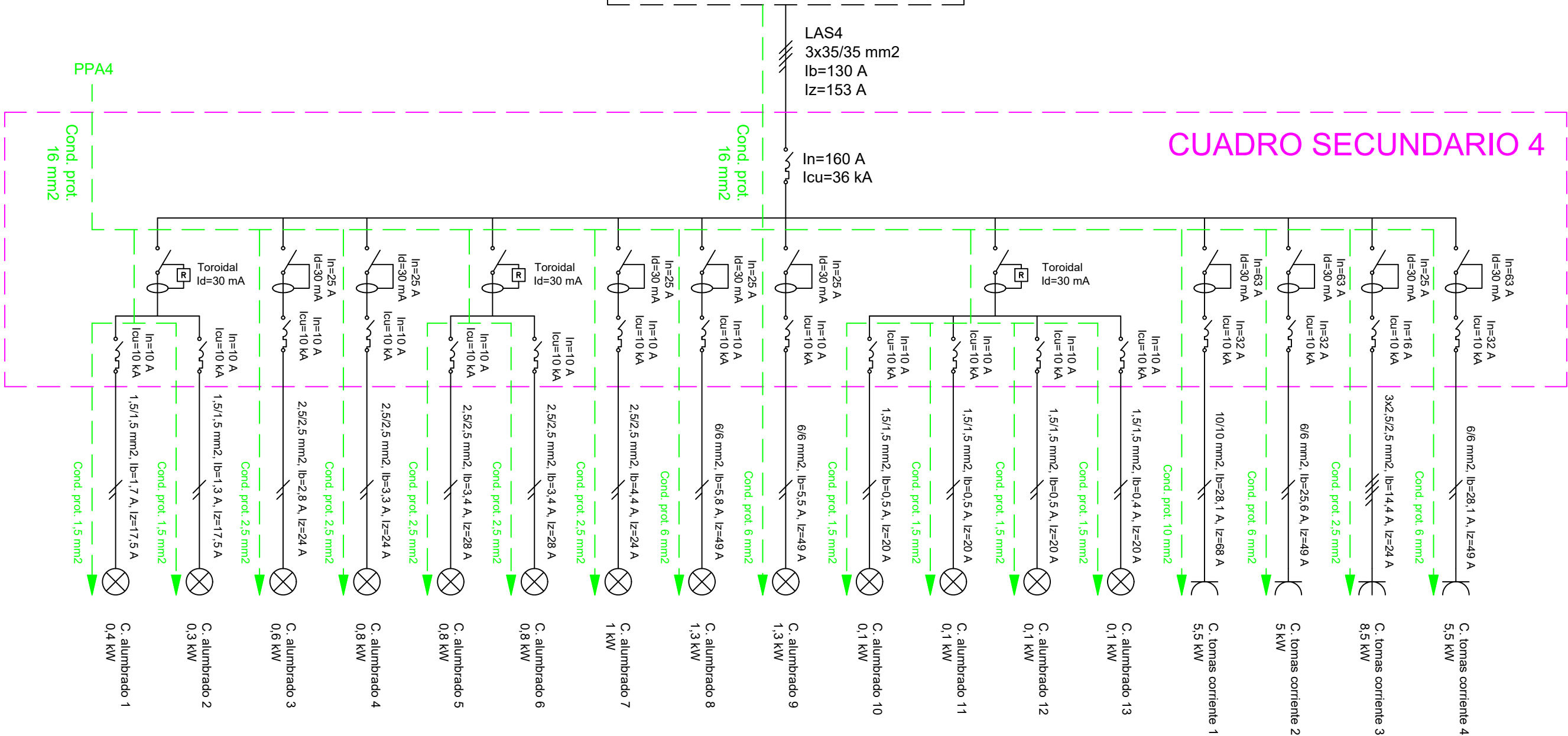


LEYENDA

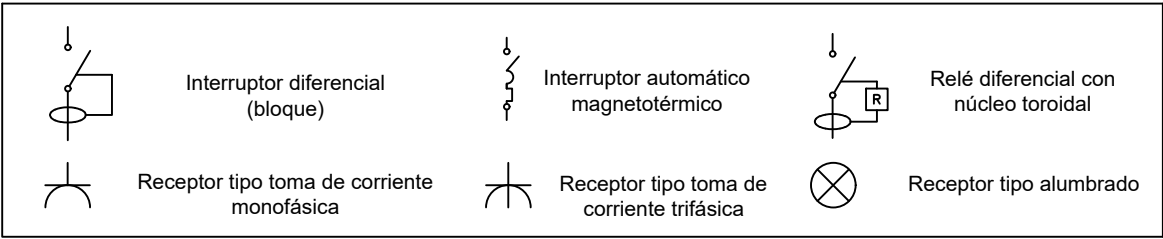



Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3	
<div></div> <div>E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN</div> <div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div>		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado	
		Título Plano 16: Esquema unifilar del cuadro secundario 3			
				Escala S/E	Fecha de edición Junio 2019

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN



LEYENDA



Departamento responsable Ingen. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ---	Creado por Pablo Liaño Fernández	Aprobado por Alfredo Ortiz Fernández	Formato A3
 E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA		Tipo de documento Conjunto		
		Estado del documento Editado		
Título Plano 17: Esquema unifilar del cuadro secundario 4		Escala S/E	Fecha de edición Junio 2019	Idioma es
				Hoja 17/17